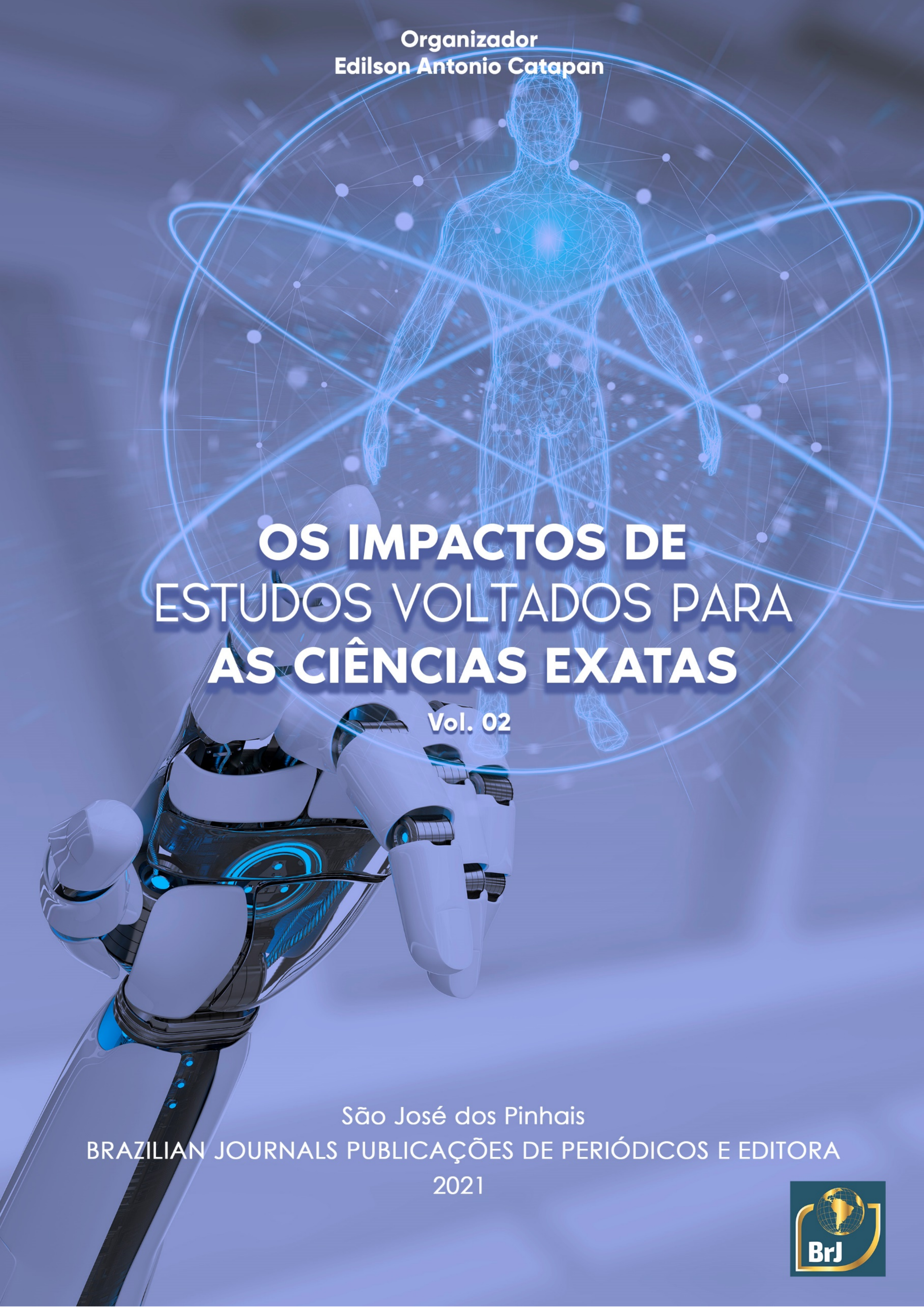


Organizador
Edilson Antonio Catapan

OS IMPACTOS DE ESTUDOS VOLTADOS PARA AS CIÊNCIAS EXATAS

Vol. 02

São José dos Pinhais
BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA
2021

Edilson Antonio Catapan
(Organizador)

Os impactos voltados para as ciências exatas

Vol. 02

Brazilian Journals Editora
2021

2021 by Brazilian Journals Editora

Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim Catapan
Diagramação: Aline Barboza
Edição de Arte: Lorena Fernandes Simoni
Revisão: Os Autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C357o Catapan, Edilson Antonio

Os impactos de estudos voltados para as ciências exatas / Edilson Antonio Catapan. São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2020.
236 p.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui: Bibliografia
ISBN: 978-65-86230-52-9

1. Ciências Exatas. 2. Tecnologia. I. Catapan, Edilson Antonio II. Título

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br

Ano 2021

APRESENTAÇÃO

A obra intitulada "Os impactos das tecnologias nas ciências exatas vol.2", publicada pela Brazilian Journals, apresenta um conjunto de quatorze capítulos que visa abordar diversas áreas do conhecimento das ciências exatas.

Logo, os artigos apresentados neste volume abordam: estudo do comportamento econômico de Santa Rosa/RS baseado em um modelo matemático de dinâmica populacional; fatores chave para a gestão e a execução de projetos de construção civil; geoquímica de elementos traço em águas fluviais pristinas de uma região preservada do cerrado brasileiro – influência de processos hidrogeoquímicos e da geologia; análise de defeitos de solidificação em componentes injetados sob pressão através da simulação numérica entre outros.

Dessa forma, agradecemos aos autores por todo esforço e dedicação que contribuíram para a construção dessa obra, e esperamos que este livro possa colaborar para a discussão e entendimento de temas relevantes para a área de educação, orientando docentes, estudantes, gestores e pesquisadores à reflexão sobre os assuntos aqui apresentados.

Edilson Antonio Catapan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

O DIGITAL NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: UM DIAGNÓSTICO SOBRE A PERCEPÇÃODOCENTE EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM BELÉM DO PARÁ (BRASIL)

Andréa Cristina Marques de Araújo
Mestre em Ciência da Computação – UFSC
Doutora em Ciência da Informação - Universidade Fernando Pessoa (Portugal)
Instituição: Centro Universitário do Estado do Pará CESUPA
Endereço: Av. Gov. José Malcher, 1963 CEP: 66060-232 Belém/PA
E-mail: andreacristinamaraujo@gmail.com

Luis Borges Gouveia
Doutor em Ciências da Computação pela University of Lancaster (Reino Unido)
Instituição: Universidade Fernando Pessoa (Portugal)
Endereço: Praça 9 de Abril, 349. 4249-004. Porto. Portugal
E-mail: lmbg@ufp.edu.pt

RESUMO: Na sociedade do conhecimento, o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) pelas organizações caracteriza-se como um mecanismo eficiente para implementar melhorias nos processos, produtos e serviços. No âmbito das Instituições de Ensino Superior (IES), em que a Educação representa a atividade central, o digital pode fomentar positivamente o ensino e aprendizagem. O presente estudo de caso tem o objetivo de realizar um diagnóstico sobre a percepção dos professores de uma IES, no uso de meios digitais no processo educacional na instituição.

PALAVRAS-CHAVE: Sociedade da informação, tecnologias de informação e comunicação, ensino superior.

ABSTRACT: In the knowledge society, the use of Information and Communication Technologies (ICTs) by organizations is characterized as an efficient mechanism to implement improvements in processes, products and services. In the context of Higher Education Institutions (HEIs), where Education is the central activity, digital can positively promote teaching and learning. The present case study aims to make a diagnosis about the perception of teachers of an HEI, in the use of digital media in the educational process at the institution.

KEYWORDS: Information society, information and communication technologies, university education.

1. INTRODUÇÃO

Esta é a civilização do conhecimento e da informação, onde o modo de produção passa a ser o do conhecimento, não mais o de bens, e a força de trabalho passa dos braços para a cabeça. Se as organizações não se conscientizarem agora desta mudança de paradigmas, não haverá futuro para elas, estarão todas fatalmente fadadas ao fracasso.

A Educação de forma geral também sofre os efeitos dessas mudanças paradigmáticas. Essa pesquisa tem como objetivo compreender o impacto na utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino superior presencial, possibilitando o diagnóstico em uma Instituição de Ensino Superior (IES).

2. METODOLOGIA

A pesquisa compreende um estudo de caso tendo como sujeitos professores de uma Instituiçãode Ensino Superior particular na cidade de Belém do Pará.

Trata-se de uma pesquisa exploratória, tendo sido utilizado um questionário para a coleta de dados. Marconi e Lakatos (1996) narram que a escolha do método e técnica utilizada, depende do objetivo da pesquisa, dos recursos financeiros disponíveis, da equipe e elementos no campo da investigação.

Foram entrevistados 27 professores, das três áreas distintas da IES: Ciências biológicas e da saúde, exatas e da tecnologia e sociais aplicadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira parte da pesquisa mapeou o perfil dos entrevistados, identificando que a composição de mestres equivale a 59 % do total, em seguida vem os doutores com 26 % do quadro docente, seguido de 11 % de especialistas e somente 4 % de pós-doutores, sendo que 56 % do total lecionam exclusivamente na IES.

Metade dos participantes respondeu que trabalham de forma Parcial, ou seja, 12 horas ou maisdurante a semana no IES, os horistas, que trabalham por hora-aula perfazem o total de 38 % e a menorparte trabalha em tempo integral, 12 % do total trabalhando 40 horas semanais. E foi constatado que 32 % dos participantes da pesquisa atuam entre 10 e 15 anos na instituição, 24 % atuam entre 5 e 10 anos, 16 % entre 1 e 5 anos e com o mesmo percentual os professores com mais de 15 anos na instituição.

Com isso é salutar observar que em relação aos anos que atuam de maneira geral no ensino superior, ou seja, quaisquer que sejam as instituições que atuam ou atuaram inclusive a própria IES, 63 % atua há mais de 10 anos em IES, 18 % entre 5 e 10 anos, 15 % entre 1 e 3 anos e 4 % menos de 1ano, percebe-se, portanto, que o quadro docente tem relativa experiência com docência superior.

A segunda parte do questionário aborda a identificação das práticas usadas pela metodologia de ensino tradicional. As respostas em grande parte refletem a realidade das salas de aula das IES, aulas expositivas, atividades em grupo, utilização de Datashow e computador, todas essas práticas foram citadas bastante vezes no questionário, onde percebe-se a timidez na inovação da maneira de transmitir conhecimento, contudo, alguns participantes da pesquisa discorreram acerca de práticas interessantes que devem ser disseminadas no corpo docente.

Dentre as práticas pedagógicas citadas estão: o uso de aplicativos como o Kahoot e Plickers, que são aplicativos de perguntas e respostas que permitem a interação entre um grupo de alunos nos seus respectivos aparelhos celulares, o Socrative, aplicativo que segue mais ou menos a linha do Kahoot, permitindo a interação entre os usuários, o Padlet, que é uma espécie de mural comunitário onde alunos podem criar murais de diversos assuntos, é uma folha de papel online.

O segundo bloco das questões subjetivas da pesquisa trata da identificação dos resultados das práticas adotadas pela Metodologia de Ensino Tradicional. Os participantes da pesquisa concordam que sim, as práticas adotadas geram aprendizado, contudo algumas considerações foram feitas, dentreelas: a ressalva que o uso de aula convencional por si só não gera aprendizado caso não haja nenhum elemento motivador

O terceiro bloco da pesquisa objetiva identificar os principais fatores que levam o aluno ao não aproveitamento escolar e as questões indagam sobre quais são as principais dificuldades de aprendizagem dos alunos em relação ao ensino e aprendizagem.

Os professores foram perguntados sobre quais são os principais fatores que levam o aluno aobaixo desempenho escolar (não aproveitamento escolar). Além da falta de interesse, imaturidade, zona de conforto, lacunas de conhecimento prévio, dentre outros motivadores para o não aproveitamento escolar, há também a

necessidade do aluno aprender a estudar e não apenas ser cobrado pela escola determinados assuntos em determinadas situações, não havendo portanto, a concretização do conhecimento.

A maior parte dos participantes da pesquisa utilizam recursos tecnológicos em sala de aula visando solucionar a dificuldade de aprendizagem, boa parte utiliza computadores e celulares para acesso a pesquisas em sítios eletrônicos.

Com isso é importante destacar que o professor, assim como qualquer outro profissional precisa se manter em uma educação continuada, tendo sempre o intuito de acompanhar as novas exigências da sociedade, viabilizando, dessa forma, a construção, socialização e confronto deconhecimentos, avançando de forma contínua em seu desenvolvimento profissional.

Em relação as tecnologias que gostariam de ter em sala de aula, os professores citaram tablets,computadores, celulares, novos programas, manequins, conexão de internet a contento, dentre outras.É importante frisar que mesmo os que não usam tecnologias em sala gostariam de usar, desta forma,acredita-se que com incentivo, o uso passará a ser constante.

Quanto as ações que deveriam ser tomadas para uso de TIC’s em sala de aula visando melhorias no processo de ensino e aprendizagem já está claro para os entrevistados quais ações, contudo, o que vem sido demonstrado é a falta de atitude nos docentes para aplicação do que já é sabido. Vale destacar que a ausência de formação continuada e, também, da falta de disciplinas nos cursos de graduação voltados para o uso de TIC que ainda prevalecem em muitas instituições de ensino, fazem com que os professores tenham dificuldade frente ao seu uso. Dificuldade essa que vaidesde o simples uso de um computador até a concepção de uma aula.

Sobre quais são as ações que devem ser tomadas para superar as dificuldades de aprendizagem através do uso das tecnologias da informação e comunicação, observa-se que as mudanças que devem ocorrer são as mais variadas e que sempre se afunilam para o uso de tecnologiascomo é o que propõe a investigação, dentre elas estão: internet de boa velocidade na IES para uso deaplicativos, qualificação docente para uso de TICs, equipamentos multimídia nas salas de aula, formarfóruns em redes sociais para gerar aprendizado, dentre outras.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi visto nesta análise com professores que apesar do uso de tecnologias ainda há muito que avançar nesta questão, ressalta-se que apesar de ainda não está no estágio ideal para o que se propõeno processo, os professores já se apoderam de ferramentas mais voltadas para as necessidades que a nova safra de alunos requer.

De uma maneira geral há um entrelace entre as práticas pedagógicas tradicionais e as práticasinovadoras que pressupõe o uso de TICs, onde professores possuem de forma peculiar a sua maneirade portar-se diante do alunado, embora tendam a naturalmente se encaixar as novas necessidades que o ensino e aprendizado atuais pedem.

Desta forma, para se introduzir as TIC na prática pedagógica, os professores devem ter a compreensão ampla acerca dessa tecnologia. Tem-se ainda a necessidade do professor se capacitar devido o advento da Sociedade da Informação. O início da formação do docente tem que mostrar-lheuma antevisão do mundo no aspecto da prática profissional e habituando-o ao redor da realidade escolar.

REFERÊNCIAS

ABRAMOWICZ, Anete. (2010) **Além do fracasso escolar**. São Paulo: Papirus, 2010.

ARAÚJO, A. C. M.; GOUVEIA, L. B. O digital nas instituições de ensino superior: Justificação parao diagnóstico sobre a percepção de gestores, professores e alunos. In: GADI (coord.). Gabinete de Relações Internacionais e Apoio ao Desenvolvimento Institucional. Universidade Fernando Pessoa. **Atas dos Dias da Investigação na UFP.** Porto, 2017. 861p.

ARAÚJO, A. C. M.; GOUVEIA, L. B. O Digital nas instituições de ensino superior: Um diagnósticosobre a percepção da comunidade acadêmica de uma instituição de ensino superior em Belém do Pará(Brasil). **Revista Estação Científica**, v.19, p.1-26, 2018c.

ARAÚJO, A. C. M.; GOUVEIA, L. B. O digital nas instituições de ensino superior: Um diagnósticosobre a percepção docente em uma instituição de ensino superior em Belém do Pará. **In: Ciência, Desenvolvimento e Inovação na Engenharia e Agronomia Brasileira** v.4 Francisco et al. (2020) 69 Congresso Nacional de Educação, 2, 2018, Poço de Caldas. Anais... Poços de Caldas, 2018a.

ARAÚJO, A. C. M.; GOUVEIA, L. B. Tecnologias de Informação e Educação aplicada ao Ensino Superior: Percepções em uma IES em Belém do Pará. **In: Seminário do ForTEC.** Tecnologias Digitais, Redes e Educação, 4, 201

BENTO, Jorge, GARCIA, Rui, GRAÇA, Amândio. **Contextos da Pedagogia**. Lisboa: Livros Horizonte, 2009.

BERNARDI, Solange Teresinha. Utilização de softwares educacionais nos processos de alfabetização, de ensino e aprendizagem com uma visão psicopedagógica. **Revista REI**, Getúlio Vargas, v. 5, n. 10, 2010.

DEMO, Pedro. **O Poder do aprendizado na era da educação.** São Paulo, Editora Paz e Terra, 2008.GESSINGER, Rosana Maria et al. O uso pedagógico de recursos tecnológicos como estratégia para qualificar o ensino e contribuir para a redução da evasão na educação superior. In: **Congresos CLABES**. 2016.

ISAIA, Silvia Maria de Aguiar e BOLZAN, Doris Pires Vargas. Formação do professor do Ensino superior: Um processo que se aprende? **Revista do centro de Educação UFSM**, 2001, vol.29,2011.KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

MARCONI, Marina Andrade de; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica.**
São Paulo: Atlas,2017

PIAGET, J. **A Linguagem e o Pensamento**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.

CAPÍTULO 02

ESTUDO DO COMPORTAMENTO ECONÔMICO DE SANTA ROSA/RS BASEADO EM UM MODELOMATEMÁTICO DE DINÂMICA POPULACIONAL

Gilberto Carlos Thomas
Doutor em Eng. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS 2003
Instituição: Instituto Federal Farroupilha – Campus Santa Rosa
Endereço: Av. Cel. Bráulio de Oliveira, 1400, Bairro Central - CEP: 98787-740
Santa Rosa/RS
E-mail: gilberto.thomas@iffarroupilha.edu.br

Lara Cansi de Moraes
Licenciada em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Instituição: Instituto Federal Farroupilha, Campus Santa Rosa
Endereço: Av. Cel. Bráulio de Oliveira, 1400 - Bairro Central - CEP: 98787-740
Santa Rosa/RS
E-mail: cansilara8@gmail.com

RESUMO: O estado econômico de uma região é influenciado por diversos fatores como a compra e venda de bens produzidos naquele território, mas principalmente pelo avanço populacional do mesmo. A dinâmica populacional de uma região tem impacto significativo nos processos econômicos nelas desenvolvidos, tornando necessário a reflexão conjunta desses indicadores. Nesse contexto, a modelagem matemática e as Equações Diferenciais se tornam importantes instrumentos de análise do comportamento de tais características sociais, oferecendo subsídios para planejamentos regionais futuros. Buscando refletir e comparar o crescimento populacional juntamente com o crescimento econômico do município de Santa Rosa/RS, a presente pesquisa baseou-se no modelo de dinâmica populacional de Malthus para demonstrar a importância do estudo econômico em conjunto com a projeção populacional de um território. Trata-se de uma pesquisa reflexiva sobre a influência do crescimento populacional no Produto Interno Bruto de um município, possibilitando futuros planejamentos para constante melhoria da sociedade.

PALAVRAS–CHAVE: Economia, Modelagem Matemática, Equações Diferenciais

ABSTRACT: The economic state of a region is influenced by many factors as sale and purchase of manufactured products of that territory, but mainly by the population growth factor of itself. The population dynamic of a region has substantial impact on the economic procedures developed by it, requiring a unified reflection between both factors. In this context, the mathematical modeling and Differential Equations are important analytic instruments of those social characters' behavior, providing aids for future regional plans. In order to ponder over and compare the population growth alongside with theeconomic growth of Santa Rosa/RS, this research was based on Malthus' mathematical model of population dynamics to show the importance of studying both aspects together. It's a research basedon the reflection of population

growth’s influence on Gross National Product of a city, allowing futureplans to increase society’s quality.

KEYWORDS: Economy, Mathematical Modeling, Differential Equations

1. INTRODUÇÃO

O município de Santa Rosa localiza-se na região noroeste do Rio Grande do Sul e possui atualmente 68.587 habitantes, sendo tal cidade importante fonte da economia regional. Destaca-se na fabricação de peças, máquinas e implementos agrícolas, fornecendo matéria-prima qualificada para as agroindústrias da região, auxiliando o crescimento e melhoria do agronegócio. Ainda possui pequenas e grandes empresas que auxiliam economicamente a região por meio da produção de soja, erva-mate, hortigranjeiros, produtos exportados a outros municípios do Estado. (SANTA ROSA, 2019).

O Produto Interno Bruto – PIB – de um município configura-se no cálculo das riquezas geradas em tal território, sendo ele base para as políticas econômicas e sociais desenvolvidas pelos órgãos responsáveis. A economia gerada pela localidade estudada se torna um dos principais influenciadores no aumento ou diminuição do valor do PIB em determinada região, tendo direto impacto na qualidade de vida dos cidadãos. Em seus estudos Leite (2020) aponta que o aumento do PIB per capita de um município, correlaciona-se ao nível de riqueza da região, na qual, se expande e, assim, aumenta a qualidade de vida. Todavia essa correlação não é estanque, uma vez que, o PIB pode aumentar enquanto muitos indivíduos ficam pobres ou proporcionalmente mais ricos, pois o nível de desigualdade de renda de uma população não é considerado pelo PIB (MEDEIROS; ANDRADE, 2019). Portanto, entende-se a necessidade do estudo e reflexão desse indicador social, pois é nele que se encontram subsídios para a melhoria e enriquecimento de diversos setores sociais de uma região.

Em vista disso, a pesquisa realizada tem-se como objetivo a análise do comportamento do Produto Interno Bruto do município de Santa Rosa através do modelo matemático de dinâmicas populacionais de Thomas Robert Malthus. Dessa maneira, busca-se relacionar o comportamento econômico e populacional do município, tendo em vista futuras projeções desses indicadores. Constatou-se assim as potencialidades da utilização de modelos matemáticos para a análise de fenômenos sociais, bem como a importância do estudo dos mesmos.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Entende-se a Matemática como ferramenta essencial para o entendimento de fenômenos reais, sendo ela responsável pela construção de um pensamento lógico que possibilita a interpretação de problemas sociais, auxiliando na sua resolução. A modelagem matemática se alinha a essa perspectiva quando propõe a construção de modelos matemáticos que expressem problemas cotidianos do ser humano, possibilitando o uso da matemática como forma de resolução. É uma corrente matemática que se aproxima da realidade, elaborando conjecturas sob representações de um sistema real (BASSANEZI, 2004).

O processo de modelar um problema, ou seja, de definir uma representação matemática para tal situação, deve ser realizado conforme alguns procedimentos destacados por Biembengut e Hein (2005): a) interação, etapa inicial que consiste no reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto; b) matematização, ou seja, a formulação e delimitação das hipóteses a serem consideradas na estruturação do modelo; c) o modelo matemático, etapa final que resulta na construção do modelo e interpretação da solução encontrada através dele.

Deve-se entender que o modelo matemático nem sempre se encontra acabado, pois é necessário avalia-lo perante os cenários que se deseja desenvolvê-lo, visto que pode não satisfazer os objetivos previamente traçados. Por isso, é necessário validar o modelo, revendo e assegurando suas hipóteses e variáveis com o intuito de adequá-lo aquilo que se deseja, tendo em mente que o resultado final será aproximado da realidade.

Com esse movimento, a modelagem matemática proporciona o estudo reflexivo de problemas reais, como ocorre no cálculo do Produto Interno Bruto – PIB –, ferramenta indicadora do desenvolvimento econômico da área estudada, mensurando suas riquezas e atividades econômicas em um determinado tempo, ou seja, “expressa o resultado final das atividades econômicas de produção realizadas dentro do território econômico” (ROSSETTI, 2003, apud CAVALHEIRO, 2010, p. 6). Por meio desse cálculo é possível refletir sobre as políticas econômicas adotas no território em questão, visualizando os pontos positivos e negativos de seus resultados. Esses dados formam subsídios para possíveis mudanças políticas nesse cenário, buscando melhorar a economia da região. Os dados coletados pelos órgãos responsáveis ao

cálculo do PIB, como faz o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são importantes subsídios para a verificação da economia conforme os moldes postos em prática. Dessa maneira, é possível avaliar o sucesso ou não dos planejamentos econômicos de uma região, sendo que eles impactam diretamente grandes e pequenas empresas. Ainda, com essa reflexão torna-se possível novos planejamentos para a qualificação das instâncias que compõem a economia da região, consequentemente influenciando no crescimento do PIB.

Nesse cenário há aumento de ofertas de emprego, diminuindo a taxa de desemprego e oferecendo melhores condições a diversos cidadãos. Ainda, gera crescimento do mercado de trabalho e da competitividade entre empresas, podendo ocorrer diminuição do valor de produtos. Além disso, haverá aumento do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) populacional, visto que cada indivíduo terá um retorno maior do seu serviço prestado a sociedade. Com isso, uma maior parte da população poderá ter melhor acesso à educação, saúde, alimentação, entre outras necessidades básicas do ser humano.

Acredita-se que a dinâmica populacional da região também influencia no aumento do valor do PIB. Isso porque com maior concentração de pessoas em uma determinada área, torna-se maior a ramificação econômica, sendo ela caracterizada por diferentes trabalhos em diferentes áreas. Ainda, tal fato acarreta na criação de novas empresas e aumento de mão de obra em setores comerciais já pertencentes na sociedade.

> As projeções de população têm fundamental importância para o cálculo de indicadores sociodemográficos, servem de subsídios para a implementação de políticas públicas e a posterior avaliação de seus respectivos programas, bem como para estratégias de planejamento do setor privado. Além disso, possibilitam antecipar os desafios a serem enfrentados pela sociedade brasileira nas próximas décadas, assim como as oportunidades que surgirão em decorrência das mudanças demográficas (IBGE, 2018b, p. 7)

Portanto, compreende-se assim a matemática como ferramenta essencial para o entendimento da realidade. Com auxílio de modelos matemáticos é possível encontrar soluções aproximadas para problemas sociais, além de novas hipóteses para melhoria de outros aspectos da sociedade influenciados pela solução desses problemas.

Nessa perspectiva, desenvolveu-se uma pesquisa para comparar e refletir

sobre o comportamento da dinâmica populacional e o crescimento do Produto Interno Bruto do município deSanta Rosa. Iniciando-se pelo entendimento e determinação dos fenômenos estudados, obteve-se os dados necessários para os cálculos através do IBGE e passou-se a determinar qual comportamento da dinâmica populacional do município se assemelhava com a curva realizada pelo PIB, possibilitando assim a reflexão da influência entre ambos os fenômenos.

Para isso utilizou-se como base o modelo de dinâmica populacional de Thomas Malthus, assumindo o crescimento de uma população proporcional à população em cada instante, não considerando fatores limitantes de crescimento e supõe que todos os indivíduos são idênticos (MAGALHÃES e LEITE, 2012). Desse modo, tem-se uma variação população (dP) em relação ao tempo (dt) que é proporcional ao tamanho em cada instante (*P*). Ainda, há uma taxa de crescimentoou decrescimento denominada *k,* determinada através da taxa de natalidade e mortalidade depopulação. Portanto:

$$\frac{dP}{dt} = k\,P. \qquad (1)$$

Resolvendo (1) por meio do método de integrais separáveis, obtém-se:

$$\int \frac{dP}{P} = \int k\,dt \qquad (2)$$

$$\ln P = k\,t + c \qquad (3)$$

Elevando ambos os lados da igualdade (3) a uma base exponencial, tem-se:

$$e^{\ln P} = e^{k\,t\,+} \qquad (4)$$

$$P = e^{k\,t+c} \qquad (5)$$

$$P = e^{k\,t}\,e^{c} \qquad (6)$$

Como e^c é uma constante de valor desconhecido, é possível denomina-la como c_1, encontrando a seguinte expressão:

$$P(t) = c_1\,e^{k\,t} \qquad (7)$$

Adotando P_0 como instante inicial, ou seja t = 0, obtém-se $P_0 = c_1$, encontrando a solução analítica do modelo:

$$P(t) = P_0 e^{k\,t} \qquad (8)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A economia de Santa Rosa é fortemente caracterizada pela agricultura e agroindústria, sendo o município uma das principais bacias leiteiras do Estado e responsável pela produção de diversos itens da cultura gaúcha como a erva-mate. É um dos fornecedores de peças, máquinas e implementos agrícolas que auxilia na movimentação do agronegócio da região, prezando pela produção local (SANTA ROSA, 2019).

O PIB é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico de uma região e a Tabela 1 evidencia o crescimento desse indicador no município estudado a cada cinco anos, partindo de 2000.

Tabela 1 - PIB a preços correntes de Santa Rosa/RS.

Ano	PIB
2000	484.140.000,00
2005	816.867.000,00
2010	1.553.668.000,00
2015	2.407.654.020,00

Fonte 1 – IBGE (2019).

Após a análise e classificação dos dados, baseou-se no modelo de Malthus para encontrar o coeficiente de crescimento k. Para isso, adotou-se como tempo inicial o ano de 2000, delimitando P_0 = 484.140.000, e o tempo final (t = 1) o ano de 2005. Assim, partindo da expressão (8) tem-se:

$P(1) = 484.140.000\ e^{k\ 1}$

Conforme nos evidencia a Tabela 1, o valor do PIB no ano de 2005 é de 816.867.000. Portanto, substituindo em (9) e realizando os procedimentos matemáticos, obtém-se:

$$816.867.000 = 484.140.000\ e^{k\ 1}$$

$$\frac{816.867.000}{484.140.000} = e^{k}$$

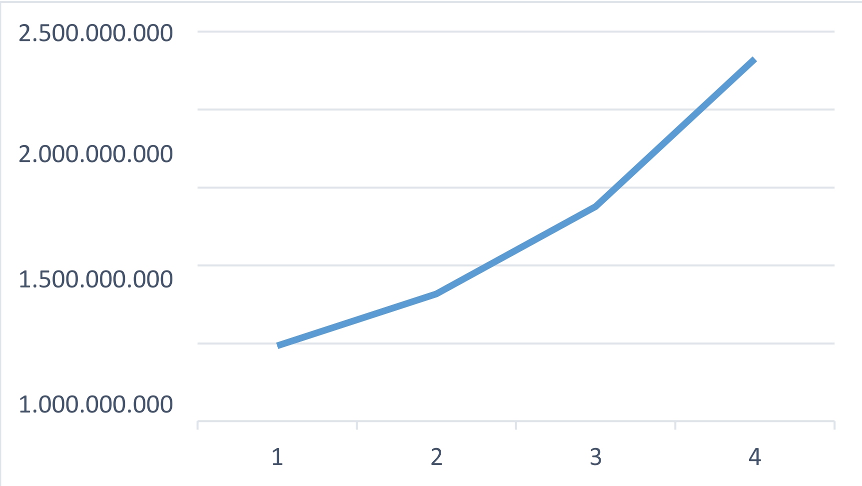
$$1{,}687 \cong e^{k}$$

Realizando os processos exponenciais, encontra-se $k \cong 0{,}5231$. Dessa forma, têm-se o seguinte modelo para representação do comportamento do PIB de Santa Rosa nos referidos anos:

$$P(t) = 484.140.000\ e^{0{,}5231\ t}$$

Calculando os valores do PIB nos anos indicados através do modelo desenvolvido, encontra-seo seguinte comportamento:

Figura 1 – Gráfico do comportamento do modelo matemático quando calculado dos valores do PIB por meio docoeficiente de crescimento k ≅ 0,5231.

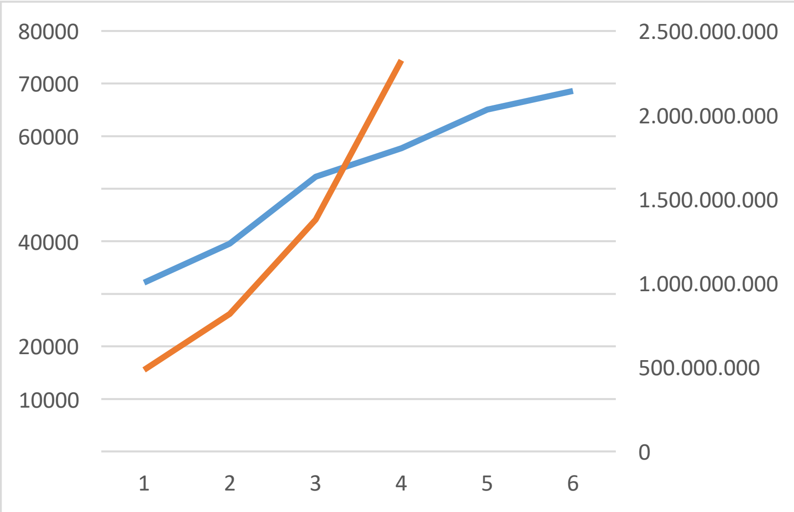


Fonte 2 - A Autora.

A figura acima demonstra um crescimento exponencial da economia santa-rosense, essa influenciada pelas exportações e importações realizadas pelo município ao longo dos anos estudados.O aumento gradativo é evidencia sucesso das decisões tomadas acerca da produção de materiais agrícolas com tecnologias inovadoras, sendo tais mercadorias importantes para o agronegócioregional, concedendo a Santa Rosa notoriedade perante esse mercado.

É possível notar na Figura 2 um crescimento econômico mais acentuado (gráfico vermelho) doque o crescimento populacional (gráfico azul). Isso porque, ainda que relacionada com o crescimento da população, a economia e o desenvolvimento econômico são variáveis independentes.

Figura 2 - Comportamento do crescimento populacional e econômico do município de Santa Rosa.



Fonte 3 - A Autora.

A influência da população no mercado de trabalho é caracterizada pela ampliação do mercadode trabalho, gerando maior movimentação do capital produzido pela região. O regime capitalista emque se vive hoje produzirá constantemente bens e serviços num comportamento superior ao crescimento demográfico (ALVES, 2014). No entanto, em determinado momento, “altas taxas de crescimento demográfico seriam responsáveis pelo atraso econômico e o crescimento populacional seria uma variável independente” (ALVES, 2014, p. 3).

Ou seja, a população poderá chegar a um momento onde haverá um demasiado contingente decidadãos que necessitam trabalho e renda, excedendo a capacidade ofertada pelo cenário trabalhista. Com a eminente queda econômica, fatores qualitativos da sociedade diminuirão e refletirão em umapopulação com más condições de trabalho, baixa qualidade de vida e desenvolvimento humano.

Portanto, acredita-se na necessidade de planejamentos constantes em vista da permanente mudança social e econômica que ocorre. É imprescindível a reflexão sobre o comportamento futuro dos índices populacionais e econômicos, tendo em mente que ambos influenciam drasticamente na qualidade do município.

4. CONCLUSÕES

Através da pesquisa realizada, foi possível compreender a necessidade da matemática no entendimento da sociedade. A utilização dessa ferramenta se torna um caminho para solucionar problemas que requerem maior atenção e estudos,

proporcionando soluções reflexivas do mesmo. Modelos matemáticos devem ser usados para as mais diversas finalidades, sendo que são passiveis de mudanças para se alinharem com os objetivos traçados. Dessa maneira, a matemática é permeada por momentos de reflexão, não se limitando apenas a resultados numéricos e quantitativos.

Ainda, obteve-se o entendimento da influência da dinâmica populacional com o crescimento econômico, observando o comportamento dos dados encontrados durante a pesquisa. Percebe-se assim a importância de sólidos planejamentos visando anos futuros, propiciando a sociedade oportunidades suficientes para que mantenham o padrão social no qual se encontram.

Portanto, conclui-se que o estudo social aliado com a modelagem matemática tem valor único para o entendimento do comportamento de indicadores demográficos e econômicos. Isso porque tanto para análise populacional quanto econômica necessita-se de dados qualitativos e quantitativo, ambos ofertados pelo uso de modelos matemáticos. Além disso, acredita-se na influência da dinâmica populacional para os planejamentos econômicos do município, objetivando sempre a qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ALVES, José Eustáqui Diniz. População, desenvolvimento e sustentabilidade: perspectivas para a CIPD pós-2014. **R. bras. Est. Pop.,** Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 219-230, jan./jun. 2014.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Ed. Contexto, 2004.

BIEMBENGUT, Maria Sallet; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Editora Contexto, 2005.

IBGE. **Censos Demográficos.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/>. Acesso em: 25 abr. 2019.

Leite, Maria das Dôres Milena de Sousa, Ingrid Vitória Silva Cardoso, Francisco Wedson Faustino, Rosemary de Matos Cordeiro, Suélho Pereira dos Santos, Bárbara de Alencar Pei xoto Rocha. **Região metropolitana do cariri: uma análise socioeconômica e ambiental** Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 6, p.35906-35919, jun. 2020.

MEDEIROS, Adriana Vigolvino; ANDRADE, Mayte Tavares. **Empreendedor crediarista: o crescimento do comércio relacionado à atividade crediarista de uma cidade do Cariri cearense**.Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, [s.l.], v. 4, n. 3, p.233-259, jun. 2019.

SANTA ROSA. **Município:** Economia. Disponível em <https://santarosa.atende.net/#!/tipo/pagina/valor/10 >. Acesso em: 26 jul. 2019.

CAPÍTULO 03

TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL DE TINGIMENTO DE TECIDOS VISANDO O CONTROLE DE RESÍDUOS TÓXICOS, CONSIDERANDO A AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A GERAÇÃO DE RENDA

Rita de Cássia dos Reis Schmidt
Graduanda em Química Medicinal pela Univ. Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Instituição: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Endereço: Rua Sarmento Leite, 245, Centro, Porto Alegre/RS, Brasil
E-mail: ritars@ufcspa.edu.br

Henrique Carvalho de Andrade
Graduando em Química Medicinal pela Univ. Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Instituição: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Endereço: Rua Sarmento Leite, 245, Centro, Porto Alegre/RS, Brasil
E-mail: henriqueda@ufcspa.edu.br

Pedro Henrique Mirapalheta Jacques
Graduando em Química Medicinal pela Univ. Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Instituição: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Endereço: Rua Sarmento Leite, 245, Centro, Porto Alegre/RS, Brasil
E-mail: pedrohm@ufcspa.edu.br

Helga Judith Martez Esquirre Nogueira
Graduanda em Engenharia Química pela Univ. Federal do Rio Grande do Sul
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Endereço: Av. Bento Gonçalves, 9500, Agronomia, Porto Alegre/RS, Brasil
E-mail: helga.nogueira8@gmail.com

Ana Cristina Borba da Cunha
Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituição: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Endereço: Rua Sarmento Leite, 245, Centro, Porto Alegre/RS, Brasil
E-mail: anacb@ufcspa.edu.br

RESUMO: O tingimento natural de tecidos é definido como o processo químico da modificação de cor da fibra têxtil, através da aplicação das matérias coradas. Esse processo é uma prática milenar de forma manufaturada, sendo o primeiro meio utilizado de colorir tecidos; e ainda muito utilizado no século XIX. A aplicação de corantes químicos pelas indústrias têxtil, levaram as práticas artesanais dos corantes naturais caírem em desuso. Sabe-se que juntamente com os corantes sintéticos, surgiram também preocupações ambientais devido ao grande consumo de água e a grande carga poluidora a partir de efluentes, principalmente referente aos metais pesados responsáveis pela coloração. Em vista disso, o presente trabalho é desenvolvido com o objetivo de resgatar essas práticas de tingimento natural, tendo a

química analítica como meio de estudo para o controle de resíduos e também para a otimização das técnicas visando um produto de qualidade para a inserção no mercado, e fazendo o uso adequado dos recursos naturais. O açafrão foi o corante escolhido para odesenvolvimento do trabalho, onde foi possível realizar o estudo de sua interação com diferentes fibras (algodão, linho e seda) e observar a interação de diferentes fixadores: acetato de cobre, acetatode ferro e cloreto de sódio. Métodos analíticos e instrumentais foram utilizados para o processo de realização do trabalho, sendo esses o método de Absorção atômica para análise de resíduos e planejamento fatorial para otimização do tingimento. As técnicas de tingimento apresentaram-se eficazes, corroboradas pelo estudo de planejamento fatorial que possibilitou a otimização do tingimento através da análise da interação dos efeitos, e a partir da análise dos resíduos, foi possível a certificação de um método ambientalmente adequado.

PALAVRAS CHAVES: tingimento natural, açafrão, sustentabilidade.

ABSTRACT: The natural dyeing of fabrics is defined as the chemical process of changing the color of the textilefiber through the application of colored materials. This process is an ancient manufacturing practice, being the first means used to color fabrics, and still widely used in the 19th century. However, the application of chemical dyes by the textile industries has led the artisanal practices of natural dyes to fall into disuse. Together with synthetic dyes, environmental concerns have also arisen, due to the large consumption of water and the large polluting load from effluents, mainly regarding heavymetals, responsible for coloring. The present paper is developed with the objective of rescuing thesenatural dyeing practices, using analytical chemistry as a means of study for the control of residues and also for the optimization of techniques aiming at a quality product for insertion in the market and the appropriate use of natural resources. The saffron was the dye chosen for this research, whereit was possible to study its interaction with different fibers (cotton, linen and silk), and to observe the interaction of different fixatives: copper acetate, iron acetate and chloride sodium. Analytical and instrumental methods were used for the process of carrying out the research, these being the Atomic Absorption method for residue analysis and factorial planning for dyeing optimization. Thedyeing techniques were effective, corroborated by the study of factorial planning, which made it possible to optimize dyeing through the analysis of the interaction of the effects, as well as from theanalysis of the residues, being possible to certify an environmentally appropriate method.

KEYWORDS: Natural dyeing, saffron, sustainability

1. INTRODUÇÃO

Tingimento natural de tecidos é a arte desenvolvida para a reprodução de cores da natureza nos tecidos, a partir da coloração de fios como de algodão, seda, ou linho por meio da utilização de corantes extraídos de bens naturais, que pertencem ou foram produzidos pela natureza. É uma técnica capaz de não causar impacto no meio ambiente além de usufruir dos bens naturais. O tingimento é definido como o processo químico da modificação de cor da fibra têxtil ou do tecido através da aplicação de matérias coradas (SENAI,1998). É uma prática milenar muito utilizada de forma manufaturada. O mais antigo indício da existência de têxteis na história, data de mais de 24 mil anos. Segundo Olga Soffer, professora da Universidade de Illinois e antropóloga, foi encontrado em países do leste europeu registros acerca da presença de tecelagem no Período Paleolítico. As primeiras fibras têxteis eram feitas de materiais grosseiros, tais como gramíneas, juncos e canas, e tinham como finalidade nos tempos pré-históricos fazer telas, cestos, redes de pesca, tapetes e cordas (PEZZOLO, 2009). O tingimento natural veio perdendo força ao longo da história com o surgimento de corantes químicos. Isso se deu muito pela padronização e uniformidade das cores (COSTA; CRUZ, 2012) além da exigência do mercado da moda por paletas de cores difíceis de serem alcançadas de forma natural.

A utilização de corantes químicos veio acontecer no fim do século XIX, quando estes começaram a abastecer o mercado mundial. Os corantes químicos no mercado têxtil levaram as práticas artesanais a caírem em desuso, pois com tingimentos naturais não era possível obter produções em larga escala, o que se tornou viável com o advento dos corantes sintetizados. (LUNA; JÚNIOR; SILVA, 2005). Esse método consiste em fixar o corante sobre a fibra crua ou sobre a fibra já tecida, modificando a cor conforme explicam John Gillow e Bryam Sentance (PEZZOLO, 2009), portanto, a tintura depende da qualidade da fibra e da composição química do corante.

Juntamente com a padronização e uniformização dos corantes sintéticos, surgiram as preocupações ambientais, as quais no presente momento tomaram força, devido ao grande consumo de água durante a produção têxtil, assim como a grande carga poluidora gerada a partir dos efluentes, os quais carregam 90 % dos produtos químicos utilizados durante o beneficiamento têxtil (COSTA, 2008; SILVA FILHO, 1994) alavancando comercialmente os tingimentos naturais. A indústria têxtil é uma das áreas de produção com maior intensidade de uso de produtos químicos e é

considerada uma efetiva poluidora da água potável na terra. Isso se deve aos enormes volumes de químicos complexos que são liberados nos efluentes em muitas fases do processamento têxtil (VERMA; DASH; BHUNIA, 2012).

Considerando sua biodegradabilidade e baixa toxicidade, os corantes naturais têm ganho cada vez mais espaço na indústria têxtil, podendo ser empregados tanto em fibras naturais como sintéticas, minimizando os impactos causados pelos corantes sintéticos – A substituição dos corantes sintéticos pelos naturais é indicada sempre que possível. (LOBATO, MALDONADO, PÉREZ; 2001). A carcinogenicidade e a toxicidade dos corantes artificiais faz com que seu uso seja restrito e isso tem contribuído para pesquisas com pigmentos naturais com a finalidade de substituir os corantes sintéticos (BOO, *et al*, 2012, p. 129).

No que se refere ao processo de tingimento, observa-se que muitas vezes há dificuldade na interação e posteriormente na fixação das moléculas dos corantes naturais juntamente às fibras do tecido. Esse fato ocorre devido às baixas afinidades químicas, necessitando o uso de mordentes, a fim de acarretar uma melhor aderência do corante (DA COSTA, 2010). Os mordentes (agentes fixadores) são geralmente sais de elementos inorgânicos, como o cloreto de sódio (NaCl), ferro ou cobre; que agem complexando moléculas do corante, fazendo com que suas estruturas fibrilares se modifiquem de modo que fixe as cores no tecido. (ARAÚJO, 2005), (SILVA, 2018).

Quando utiliza-se metais como agentes fixadores, mesmo que em menores quantidades quando em relação a corantes sintéticos, é necessário o tratamento desses resíduos, conforme Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), capítulo II, seção II (Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes), art. 16, são definidos como valores máximos de lançamento de efluentes, 15,0 mg/L de Ferro (Fe) dissolvido e 1,0 mg/Lde Cobre (Cu) dissolvido, utilizados como mordentes no presente artigo.

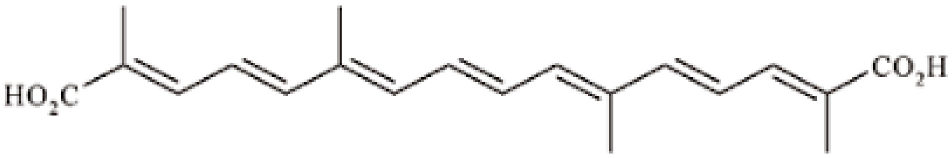
Dentre os corantes naturais, o açafrão é uma especiaria originada de regiões da Ásia e é obtida através da secagem da raiz da cúrcuma (*Crocus sativo L.*), uma planta da família do gengibre, que após a secagem é moída, apresentando a forma comumente utilizada do açafrão (pó). O pó é muito utilizado como tempero e como corante na culinária em diversos cantos no mundo (DINIZ *et al*., 2011) (MARCHI, 2016).

Além do uso do açafrão como corante têxtil nos dias de hoje, há relatos de que

este foi muito utilizado também na Europa da Renascença, com a mesma finalidade, sendo cobiçado para tingir tecidos sofisticados, como a seda, a qual quando tingida com açafrão adquire tonalidades de amarelos magnificas (MELO *et al*., 2006).

A classe de moléculas responsável pelo amarelo brilhante e vivo encontrado no açafrão são os carotenoides, em especifico um cromóforo da crocetina, representado molecularmente pela figura 1. A crocetina, encontrada no açafrão em sua forma glicosilada; ou seja, os ácidos carboxílicos livres (representados nas extremidade da molécula na figura 1) encontram-se na forma de éster, sendo um grupo constituinte de açúcar (MELO *et al*., 2006) (RIZZO, 2014).

Figura 1 – Representação molecular da crocetina, carotenoide responsável pelo pigmento amarelo do açafrão.



Fonte: Os Autores.

No Brasil, as atividades artesanais são desenvolvidas por núcleos familiares artesanais, majoritariamente situadas em regiões mais pobres, e cuja produção artesanal apresenta uma grande variedade de expressões e quantidade de matérias-primas disponíveis. Ao longo dos últimos anos, essa atividade tem apresentado um ritmo de expansão acelerado, constituindo-se como uma atividade econômica com grande potencial de crescimento, atuando, inclusive, como fonte geradora de emprego e renda. (FILGUEIRAS, 2015) (LEMOS, 2011, p.14).

Com a interação ensino, pesquisa e projeto se tornando completa com a multiplicação do conhecimento em meio a diversos cenários nacional (político, saúde e econômico), a pretensão é ensinar a arte do tingimento natural com oficinas, workshops e similares para a capacitação da comunidade mais vulnerável.

Levando em consideração a temática levantada de integração entre técnicas de tingimento natural avançadas, economia solidária e sustentabilidade, esse trabalho teve como objetivo apresentar metodologias de tingimento quimicamente adequadas ambientalmente amigável, livres de produtos nocivos e também fazendo o uso adequando dos recursos naturais, bem como água e energia. Trabalhando a sustentabilidade em todos seus âmbitos: ambientalmente, economicamente e

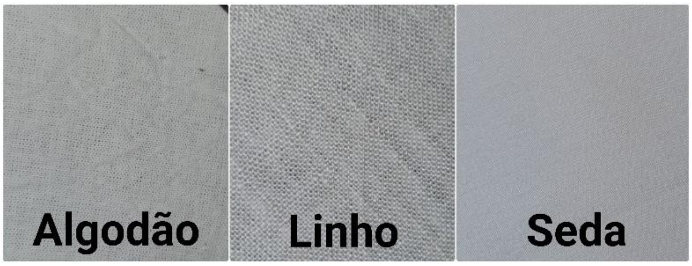
socialmente. Sendo possível também utilizar a química como o estudo para melhorias e explorar metodologias de química analítica para o melhor desenvolvimento dos métodos e também a solidificação de um produto de qualidade proveniente do tingimento natural, para a inserção no mercado.

2. METODOLOGIA

PREPARO DO TECIDO

Para o experimento foram utilizadas amostras de tecido de algodão cru, linho cru e seda orgânica. A figura 2 apresenta o tecido em sua aparência natural antes do tingimento.

Figura 2 – Tecidos cru, em sua forma natural.



Fonte: Os Autores

Os tecidos foram cortados em tamanhos iguais de 12 cm x 12 cm. Cada um deles foi devidamente identificado e inserido em um béquer de 500 mL, contendo 300 mL de água e 30 mL de sabão neutro de glicerina; ficando em repouso por 24 horas. Após o repouso os tecidos foram enxaguados em água corrente e colocados para secagem em temperatura ambiente.

FIXADORES UTILIZADOS

Para melhor abranger e explorar tonalidades do amarelo do açafrão utilizado no tingimento natural, foram usados três diferentes fixadores (indicados pela literatura):

Acetato de Cobre – Usado para explorar colorações mais vivas de amarelo. O acetato de cobre foi devidamente preparado de forma convencional e limpa. Foram misturados 500 gramas de fio de cobre desencapado, 150 mL de água à 50 ºC, 250 mL de vinagre de álcool, 20 gramas de açúcar refinado e 40 gramas de amido de milho; a mistura foi deixada em repouso em um vidro com tampa por 7 dias, sendo agitada

uma vez ao dia. Após o tempo estimado foi possível notar a formação de um líquido de coloração azul ciano, o líquido foi filtrado e devidamente armazenado.

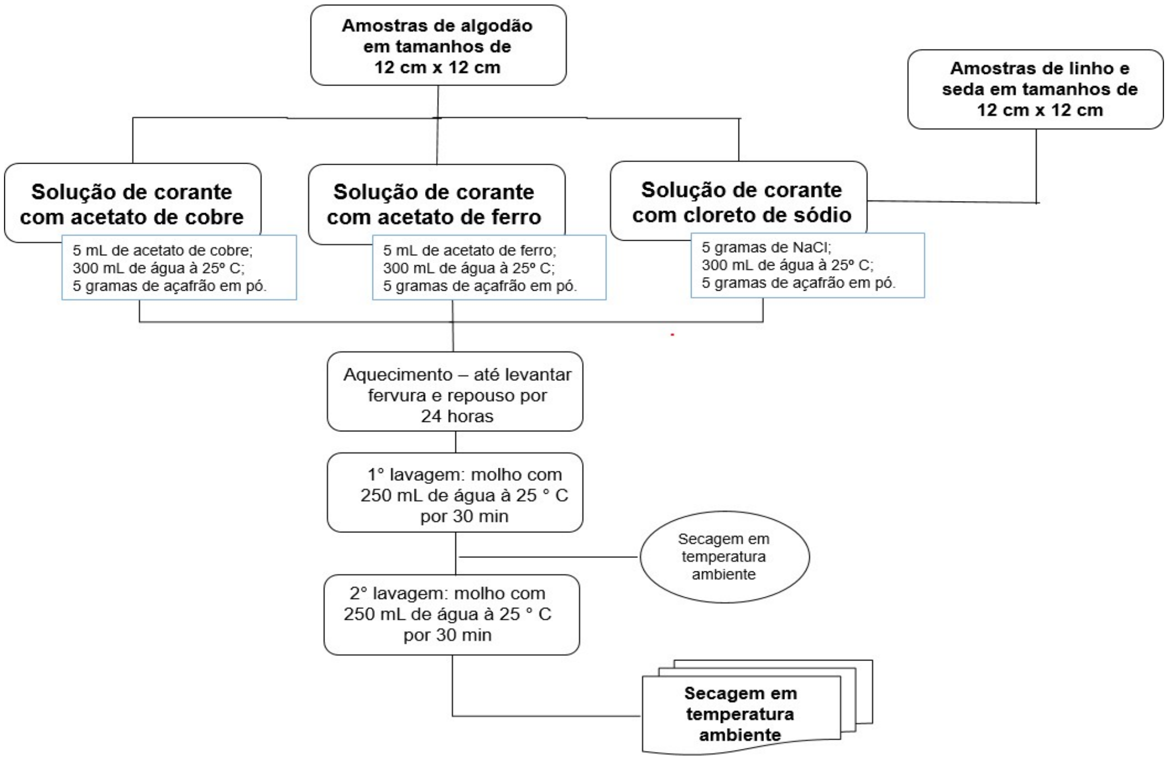
Acetato de Ferro – Usado para explorar os tons mais escuros do amarelo advindos do açafrão, uma vez que o ferro presente no acetato de ferro auxilia no escurecimento do corante. O fixador de ferro foi preparado da mesma forma convencional e limpa, como preparado o acetato de cobre: foram misturados 500 gramas de pregos enferrujados, 150 mL de água à 50 ºC, 250mL de vinagre de álcool, 20 gramas de açúcar refinado e 40 gramas de amido de milho; a mistura foi deixada em repouso por 7 dias em um vidro com tampa, sendo agitada uma vez por dia. Após o tempo determinado, líquido formado apresentou uma coloração marrom avermelhado, bem caraterístico de ferrugem; e então o líquido foi devidamente filtrado e armazenado.

Cloreto de Sódio – Esse sal é muito utilizado como fixador de corantes em tecidos, tanto em tingimentos naturais, como em tingimentos químicos feitos até mesmo em casa. Portanto,o cloreto de sódio foi utilizado, por ser eficaz na fixação, sendo que esse não modifica o tom do corante como os outros dois fixadores. Nesse caso foi utilizado cloreto de sódio P.A., da marca Neon com peso molecular de 58,44 g/mol, sendo esse com alto grau de pureza.

MÉTODO DE TINGIMENTO

As amostras de algodão foram submetidas a testes com os três fixadores selecionados (acetato de cobre, acetato de ferro e cloreto de sódio). As amostras de algodão e seda foram submetidas a testes de tingimento utilizando somente cloreto de sódio como fixador. A metodologia totalizou cinco ensaios realizados todos em triplicata. Para o algodão, considerando os três fixadores foram realizados 9 (nove) ensaios e para seda e linho foram realizados 6 (seis) ensaios para cada tecido, considerando que foi utilizado somente cloreto de sódio como fixador. A figura 3 apresenta o fluxograma da metodologia utilizada para o tingimento das amostras.

Figura 3 – Fluxograma da metodologia de tingimento utilizada para as amostras de algodão, linho e seda.



Fonte: Os Autores.

Para cada lavagem das amostras tingidas com acetato de cobre e ferro, assim como as soluções de corante, foi armazenada uma pequena amostra de seus resíduos, para análises realizadas posteriormente.

ANÁLISE DOS RESÍDUOS

Foram separadas aproximadamente 5 mL das soluções de tingimento contendo os fixadores de acetato de cobre e ferro e da solução das lavagens para quantificação da concentração dos metais presente nos resíduos.

As análises dos resíduos foram realizadas por Espectrofotometria de Absorção Atômica. O Espectrofotômetro utilizado foi da marca SHIMADZU, modelo AA-7000F versão chama (Central Analítica-UFCSPA). As análises foram realizadas com as seguintes especificações: As análises de cobre foram realizadas em comprimento de onda de 324.8 nm e com chama Ar-C_2H_2. E as análises de ferro foram realizadas em comprimento de onda 248.8 nm e com chama Ar-C_2H_2.

A partir de padrões analíticos de cobre e ferro (concentração de 1000 mg/L), foram preparados padrões intermediários de 100 mg/L de cobre e ferro para

preparação da curva analítica. A curva de calibração utilizada para as análises de cobre foi: 0,0 mg/L, 0,2 mg/L, 0,4 mg/L, 0,6 mg/L, 0,8 mg/L e 1 mg/L. Para as análises de ferro a curva de calibração utilizada foi: 0,0 mg/L, 0,250 mg /L, 0,500 mg/L, 1 mg/L e 2 mg/L.

As amostras de cobre e ferro foram filtradas, para que não ficasse resíduo de sólido para nãocomprometer o equipamento.

PLANEJAMENTO FATORIAL

Foi realizado um planejamento fatorial com o objetivo de avaliar as quantidades de corante, fixador e água utilizados no processo de tingimento e para avaliar a resposta, considerando o rendimento do corante aplicado no tecido.

O planejamento fatorial utilizado foi o 2^3. As variáveis foram corantes (açafrão), fixador (NaCl) e água. Foram realizados 8 ensaios em duplicata, totalizando 16 amostras de tecido. Para o planejamento fatorial, foram utilizados tamanhos menores de tecido, 5 cm x 5 cm. A tabela 1 apresenta a distribuição dos valores para o desenvolvimento dos ensaios realizados, onde o sinal (+) representa os níveis superiores e o sinal (-) representam os níveis inferiores dos parâmetros estudados: (1) corante, (2) fixador e (3) água.

(1) Corante: 1 grama (-) e 1,5 gramas (+).

(2) Fixador: 0,7 grama (-) e 1 grama (+).

(3) Água: 150 mL (-) e 200 mL (+).

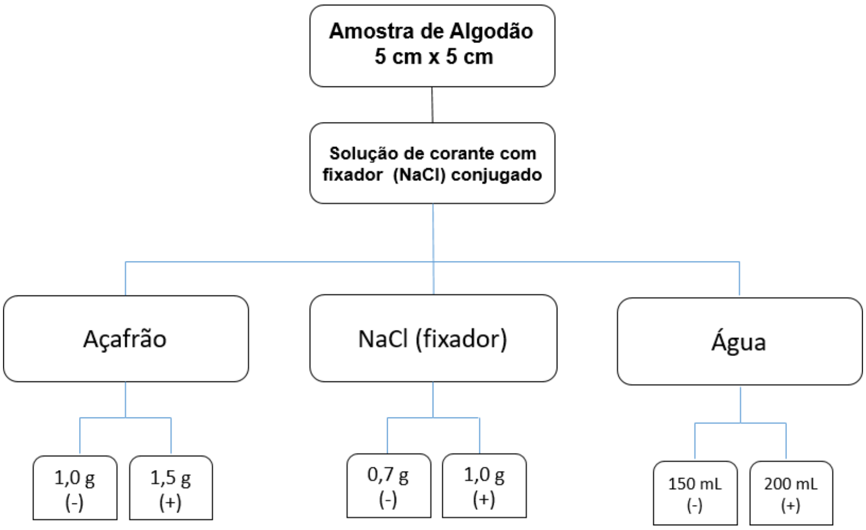
Tabela 1 – Matriz de distribuição dos oito ensaios realizados no planejamento fatorial 2^3.

Ensaio	1	2	3
1	-	-	-
2	+	-	-
3	-	+	-
4	+	+	-
5	-	-	+
6	+	-	+
7	-	+	+
8	+	+	+

Fonte: Os Autores

O método de tingimento utilizado nesse planejamento fatorial foi realizado conforme o fluxograma apresentado na figura 4 (considerando duplicata para todos os ensaios), totalizando 16 ensaios.

Figura 4 – Fluxograma da metodologia de tingimento utilizada no planejamento fatorial.



Fonte: Os Autores.

As amostras permaneceram em solução de corante por 30 minutos; após o repouso foram lavadas em água corrente e secadas em temperatura ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

TINGIMENTO NATURAL DAS AMOSTRAS DE ALGODÃO

Para as amostras de algodão tingidas utilizando diferentes fixadores (acetato de cobre, acetato de ferro e cloreto de sódio), foi possível observar êxito na metodologia aplicada. A variação dos fixadores possibilitou evidenciar a diferença na tonalidade do corante de açafrão, assim como representado na figura 5:

Figura 5 – Amostras de algodão tingidas com açafrão utilizando fixadores distintos.



Fonte: Os Autores

Como é possivel observar na figura 5, na amostra 1 onde foi utilizado acetato de cobre como agente fixante, foi possível obter o amarelo com tonalidade mais viva que as demais. Para a amostra 2, onde o fixador utilizado foi acetato de ferro houve escurecimento na coloração, o que apresentou um amarelo com tonalidade mais escura. Na amostra 3 tingida com o fixador NaCl foi possivel observar a presença de uma tonalidade de amarelo mais claro comparada as demais amostras. Portanto, através do estudo e dos resultados apresentados pela metodologia é possível observar que diferentes metais tem a capacidade de modificar a tonalidade que o corante apresentará no tecido de algodão, corroborando com estudos anteriores que traz o acetato de ferro como um fixador que ajuda no escurecimento do corante no tecido e o acetato de cobre como um modificador suave de tonalidade, deixando as cores mais vivas (FERREIRA, 2005), assim pode ser possível obter diferentes nuances de um mesmo corante.

As amostras de algodão após serem tingidas, foram lavadas, com o objetivo de identificar visualmente a mudança na coloração do tecido e certificar-se da qualidade do tingimento. A qualidade do tingmento é verificada quando o tecido não apresenta mais residuo do corante. A figura 6 apresenta o resultado antes e depois das duas lavagens que cada uma das amostras foram submetidas:

Figura 6 – Amostras de algodão após as lavagens



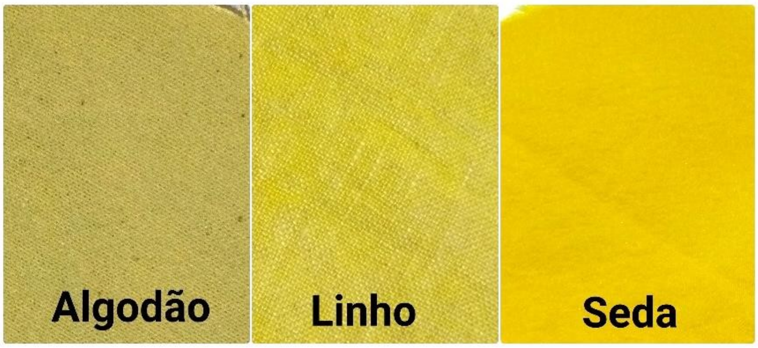
Fonte: Os Autores

Como pode ser verificado na figura 6, as amostras 1 e 2 apresentaram visualmente um pequena perda de corante no tecido na segunda lavagem. Essa perda de corante foi possível identificar pelo enfraquecimento da tonalidade e não pelo desbote do tecido, pois o tingimento continuou uniforme por toda a superficie do tecido. A amostra 3, visualmente comparada com as demais, foi a que apresentou menor perda do corante no tecido. Concluiu-se, então que o fixador que apresentou melhor interação com o corante e com a fibra foi o cloreto de sódio, apresentando menor ou nenhuma perda de corante após as lavagens.

TINGIMENTO NATURAL DAS AMOSTRAS DE LINHO E SEDA

Na figura 7 é apresentada uma comparação do tingimento dos tecidos algodão, seda e linho utilizando NaCl como agente fixante.

Figura 7 – Tingimento das amostras 1,2 e 3 de tecido de algodão, comparadas com tecidos de linho e seda respectivamente, tingidas.



Fonte: Os Autores.

O linho e principalmente a seda, por serem tecios usados em alta costura apresentam uma qualidade superior comparadas com as fibras de algodão, além de maior qualidade na costura (SOUSA, 2018). As amostras de linho e seda (figura 7) apresentaram amarelos mais vibrantes comparadas à amostra de algodão, uma vez que foi utilizado o mesmo fixador para todas as amostras.

As amostras de linho e seda também foram submetidas as lavagens, com o objetivo de identicar a mudança de coloração nessas fibras. A figura 8 apresenta os resultados após as duas lavagens que as amostras foram submetidas.

Figura 8 – Amostras de linho e seda após as lavagens.



Fonte: Os Autores.

Na análise visual feita nas amostras de linho e seda como mostrado na figura 8, foi possível identificar que após as duas lavagens não ocorreu alteração na

coloração ou tonalidade das fibras. Observou-se também que a seda e o linho são tecidos com características adequadas para o tingimento quando utilizado açafrão como corante natural e cloreto de sódio como fixador. Também observou-se que a seda não apresentou diferença na coloração do tecido antes e depois da lavageme o tingimento permaneceu uniforme.

ANÁLISE DOS RESÍDUOS

O coeficiente de correlação obtido para a curva de calibração do cobre foi de 0,9990 e para o ferro foi 0,9998; indicando a tendência de uma curva linear. Resultados de coeficientes de correlação tendendo a 1,0 indicam menor dispersão do conjunto de pontos experimentais e menor a incerteza dos coeficientes de regressão estimados (RIBANI *et al*., 2004).

Através das análises dos resíduos de tingimento pelo método de absorção atômica, foi possível quantificar cobre e ferro descartados após todo o processo de tingimento na água de lavagem residual. A tabela 2 apresenta os resultados das análises dos resíduos e os Limites permitidos para esse metal (CONAMA, 2011).

Tabela 2 – Concentrações obtidas através da análise dos resíduos de cobre e ferro, respectivamente.

Amostra 1 (contendo cobre)	**Concentração (mg/L)**	**Limite de Cu permitido (mg/L) (CONAMA,2011)**	**Amostra 2 (contendo ferro)**	**Concentração (mg/L)**	**Limite de Fe permitido (mg/L) (CONAMA,2011)**
Solução de corante	0,640	1,0 mg/L	Solução de corante	6,703	15,0 mg/L
Lavagem 1	Abaixo do LOQ		Lavagem 1	0,0223	
Lavagem 2	Abaixo do LOQ		Lavagem 2	Abaixo do LOD	

Fonte: Os Autores.

Como pôde ser observado na tabela 2, as lavagens das amostras 1 e 2 contendo resíduos de cobre e ferro respectivamente apresentaram concentrações abaixo do limite permitido pelo CONAMA para lançamento de efluentes. Para cobre dissolvido a quantidade permitida por lei tem que estar abaixo de 1,0 mg/L e para ferro dissolvido 15,0 mg/L (CONAMA, 2011). Considerando que os valores residuais de cobre e ferro se encontram abaixo dos limites exigidos pelo CONAMA,conclui-se que praticamente todo o cobre e ferro utilizados como fixador foram absorvidos pelo tecido, resultando resíduos com valores de metais pesados abaixo do exigido pela legislação.

PLANEJAMENTO FATORIAL

Através do planejamento fatorial realizado foi possível estudar o rendimento da cor presente no tecido para cada um dos experimentos, bem como a possível economia de corante, fixador e água. A tabela 3 apresenta o resultado do planejamento fatorial 2³ aplicado para açafrão. A última coluna contém os valores médios dos rendimentos obtidos nos ensaios. O rendimento no presente trabalho foi calculado em relação ao corante fixado no tecido.

Tabela 3 – Resultado do planejamento fatorial 2³ por cor. A última coluna contém os valores médios dos rendimentos obtidos nos ensaios

Ensaio	**1**	**2**	**3**	**Rendimentos**		**Média**
1	-	-	-	1,5	0,5	1
2	+	-	-	4	4	4
3	-	+	-	2	3,3	2,65
4	+	+	-	1	3,5	2,25
5	-	-	+	2,5	2,3	2,4
6	+	-	+	3,5	3,7	3,6
7	-	+	+	0,5	1,5	1
8	+	+	+	3	3,8	3,4

Fonte: Os Autores.

A tabela 4 apresenta o coeficiente de contraste para um planejamento fatorial 2^3, e a interação entre os efeitos. A última coluna apresenta a média do rendimento dos ensaios.

Tabela 4 – Interação entre efeitos e média do rendimento dos ensaios

1	**2**	**3**	**12**	**13**	**23**	**123**	$\bar{y}$
-	-	-	+	+	+	-	1
+	-	-	-	-	+	+	4
-	+	-	-	+	-	+	2,65
+	+	-	+	-	-	-	2,25
-	-	+	+	-	-	+	2,4
+	-	+	-	+	-	-	3,6
-	+	+	-	-	+	-	1
+	+	+	+	+	+	+	3,4

Fonte: Os Autores.

O cálculo do efeito (Estimador) foi realizado a partir do uso adequado dos sinais de cada efeito (tabela 4) somando as médias e dividindo-as por 4. Através dos cálculos de variância total e variância dos efeitos, foi calculada a estimativa de erro obtendo valor igual à 0,333. Para a análise de significâncias dos cálculos dos efeitos, foi

empregado teste t, considerando um nível de confiança de 95 % e graus de liberdade 8. O valor de t corresponde à 2,306. Para o referido trabalho foi considerado estatisticamente significativo o valor absoluto maior que (0+ 2,306 x 0,333) = 0,767. A tabela 5 apresenta os resultados de cada efeito estudado.

Tabela 5 – Resultado dos efeitos do planejamento fatorial 2^3 por rendimento da cor.

Efeito	**Estimador**	**Erro**
1	**1,55**	0,333
2	-0,425	0,333
3	0,125	0,333
12	-0,55	0,333
13	0,25	0,333
23	-0,375	0,333
123	**1,075**	0,333

Fonte: Os Autores.

Como é possível observar na tabela 5, apenas dois efeitos são considerados significativos: o efeito 1 (relacionado ao corante) e o efeito 123 (relacionado a interação do corante com a água e o fixador). Os efeitos foram considerados significativos porque apresentaram valores maiores que o valor da estimativa de erro (0,767). Na análise da tabela 3 que apresenta os rendimentos obtidos é observado que o efeito 1 (açafrão), quando utilizado seu nível superior (+) apresentou rendimentos mais altos, independente das outras variáveis. Também foi possível comprovar essa afirmação através do cálculo do efeito principal:

feito 1 = $\frac{1}{4}(3 - 0,4 + 1,2 - 2,4) = 1,55$, que faz medidas individuais das diferenças dos rendimentos, Esse efeito mostra que quando a quantidade de açafrão é alterada do nível inferior (1g) para o nível superior (1,5 g), resulta em um aumento de rendimento da cor em média 1,55 o que corrobora também com os resultados apresentados na tabela 5. Outro efeito estatisticamente significativo no experimento foi o efeito 123, que trata da interação dos três efeitos estudados (açafrão, cloreto de sódio e água); com essa observação é possível concluir que apesar do efeito 2 (cloreto de sódio) e 3 (água) não serem primordiais na significância do rendimento quando estudados individualmente, assim como o efeito 1 (açafrão), as interações dos três efeitos e suas quantidades apresentam grande significância para o processo de tingimento, como mostrado no estimador do efeito 123 na tabela 5.

4. CONCLUSÃO

Com a execução do presente estudo pode-se concluir que os métodos de tingimento foram satisfatórios nos âmbitos de qualidade e sustentabilidade. Também foi possível observar nos testes de lavagem, através da análise visual, que o método de tingimento natural proposto apresentou eficácia, perdendo pouca ou nenhuma autenticidade da cor apresentada no tecido, bem como a obtenção de tonalidades vibrantes paras as fibras de algodão, linho e seda. Essa afirmação é presente também nos testes e estudos de diferentes fixadores, onde foi possível obter diferentes tons para a mesma fibra e mesmo corante (açafrão), possibilitando abrangentes variações de tons sem modicar a metodologia nem o corante. As técnicas de tingimento natural seguem protocolos responsáveis de cuidados com os recursos naturais e o controle dos resíduos. Na metodologia apresentada os resíduos de ferro e cobre apresentaram concentrações abaixo do permitido pela legislação CONAMA, 2011 mostrando-se uma metodologia “ambientalmente amigável”. A qualidade e otimização da técnica apresentada pelo planejamento fatorial, além de auxiliar no uso responsável dos recursos, otimizou a qualidade do tingimento, sendo uma ferramenta muito importante para a inserção de um novo produto “de qualidade” no mercado. A partir do procedimento estudado, foi possível elaborar um método qualificado para a inserção de novos produtos no mercado que visam sustentabilidade, empreendedorismo e inserção social; minimizando problemas socioeconômicos e socioambientais.

REFERÊNCIAS

CURSOS TÉCNICO. 1998. **Beneficiamento de Jeans e Tingimento de Peças Confeccionadas**. Recife: FIEPE/ SENAI, 1998. 52p.

PEZZOLO, D.B. **Tecidos – História, Tramas, Tipos e Usos**. 2. ed. São Paulo: SENAC, 2009. COSTA, Andréa Fernanda de Santana; CRUZ, Aniery Moraes de Lima. **TINGIMENTONATURAL UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A ÁREA TÊXTIL**. VIII Colóquio de Moda: 5º Congresso Internacional, Rio de Janeiro - RJ, 2012.

LUNA, S. V. S; JÚNIOR, A. I. D. O; SILVA, C. R. F. **Tingimentos naturais na fibra de bananeira: uma proposta sustentável para o artesanato do cariri cearense**. Ciência e Sustentabilidade: CeS, Juazeiro do Norte, CE, v. 3, n. 2, p. 46-63, dez./2005. Disponível em: https://periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/cienciasustentabilidade/article/view/198/198. Acessoem: 14 mai. 2020.

COSTA, A. F. S. **Aplicação de tratamentos biológico e físico-químico em fluentes de lavanderiae tinturaria industriais do município de Toritama no estado de Pernambuco**. 2008. 99f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais) – Universidade Católica dePernambuco.

SILVA FILHO, M.N. **Produtos químicos utilizados na indústria têxtil e a questão ecológica**. Química Têxtil, São Paulo: ABQCT, 3, 11-16, 1994.

VERMA, A. K.; DASH, R. R.; BHUNIA, P. **A review on Chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters**. Journal of Environmental Management, v. 93, n. 1, p. 154–168, 2012.

LOBATO, MALDONADO, PÉREZ; 2001 - LOBATO, A. R.; MALDONADO, F.; PÉREZ, O. A. **Cinética y Extracción de colorantes Naturales**. In: XVI CONGRESSO LATINO-AMERICANODE QUÍMICA TÊXTIL. Quito, 2001.

BOO, H.O., HWANG, S.J., BAE, C.S., PARK, S.H., HEO, B.G., GORINSTEIN, S., **Extraction and characterization of some natural plant pigments, Industrial Grops and Products**, 40, 2012,p.129-135.

DA COSTA, Alice Souza. **TINGIMENTO DE CELULOSE PRODUZIDA DOPSEUDOCAULE DA BANANEIRA (*Musa sp*) COM CORANTES NATURAIS.** Orientador: Prof. Dr. Azarias Machado de Andrade. 2010. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, Seropédica - RJ, 2010.

ARAÚJO, M.E.M. Corantes naturais para têxteis - da antiguidade aos tempos modernos. **Texto deapoio ao Curso de Mestrado em Química Aplicada ao Património Cultural**, p.4-8, Lisboa, 2005.SILVA, Márcia Gomes da. **Corantes Naturais no Tingimento e Acabamento Antimicrobiano eAnti-UV de Fibras Têxteis**. Orientador: Professor Doutor Jorge Gomes Santos. 2018. Tese (Doutoramento em Engenharia Têxtil) - Universidade do Minho - Escola de Engenharia, Braga, Portugal, 2018.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.[S. I.], 2011.

DINIZ, Juliana Furian; FRANCISCATTI, Patrícia; SILVA, Tais Larissa. **Tingimentos de tecidos de algodão com corantes naturais açafrão (curcúma) e urucum**. Iniciação Científica CESUMAR, [s. l.], v. 13, ed. 1, p. 53-62, 1 jul. 2011.

MARCHI, Juliana Pelissari. **CURCUMA LONGA L., O AÇAFRÃO DA TERRA, E SEUS BENEFÍCIOS MEDICINAIS**. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, Umuarama - PR,2016.

MELO, J. Seixas et al**. As moléculas da cor na arte e na natureza**. Química, [s. l.], n. 101, 1 jun.2006.

RIZZO, Roberta Ferreira. **PRODUÇÃO DE FICOBILIPROTEÍNAS POR Arthrospira platensis SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SUA ESTABILIDADE, VISANDO APLICAÇÃO EM ALIMENTOS**. 2014. 133 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal Fluminense) - Universidade Federal Fluminense - Faculdade de Farmácia, Niterói - RJ, 2014.

FILGUEIRAS, Araguacy Paixão Almeida. **A PRODUÇÃO DO ARTESANATO NA QUALIDADE DE VIDA DO ARTESÃO CEARENSE: ESTUDO DE CASO**. 11º Colóquio de Moda – 8ª Edição Internacional, [S. l.], p. 1-13, 15 set. 2015.

LEMOS, Maria Edny Silva. **O ARTESANATO COMO ALTERNATIVA DE TRABALHO E RENDA**: Subsídios para Avaliação do Programa Estadual de Desenvolvimento do Artesanato no Município de Aquiraz-Ce. Orientador: Prof. Dr. José Almir Farias. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Fortaleza - CE, 2011.

FERREIRA, Eber Lopes. Tingimento Vegetal: **Teoria e prática sobre tingimento com corantes naturais.** 3. 1. ed. São Paulo: [s. n.], 2005. E-book. E- book (34 p).

SOUSA, Sandra de Abreu. **Alta-costura e o objetivo de luxo**. Orientador: Gianni Montagna. 2018.Dissertação (Mestrado em Design de Moda) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2018.

RIBANI, M; BOTTOLI, G. B. C; MELO, C. F. L; **Validação de métodos cromatográficos eeletroforéticos.** Química Nova, vol. 27, nº 5, p. 771-780, 2004. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); **Resolução RE nº 899, de 29/05/2003.**

PEZON C. Intercommunalité et durabilité des services d'eau et d'assainissement en France et enEurope. Programme Politique Territoriale et Developpement Durable 2003-2006. **Ministere deL'ecologie et du Development Durable. Rapport** Final, Décembre 2006.

CAPÍTULO 04

GASTRONOMIA DO PARÁ: AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE INGREDIENTES E PRATOS TÍPICOS COMDESENVOLVIMENTO DE CARDÁPIO

Johnatt Allan Rocha de Oliveira
Doutor em Engenharia de Química pela Unicamp
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém/PA, CEP: 66075-110
E-mail: johnattrocha@yahoo.com.br

Yasmin Miranda de Matos
Graduada em Nutrição pela UFPA
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém/PA, CEP: 66075-110
E-mail: yasminmdematos@gmail.com

Shidney Salatiel Batista de Lima
Graduado em Nutrição pela UFPA
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém/PA, CEP: 66075-110
E-mail: shidney.salatiel@gmail.com

Anna Paula Rocha e Silva
Graduanda em Farmácia (ESAMAZ)
Instituição: Escola de Ensino Superior da Amazônia
Endereço: R. Municipalidade, 546 - Reduto, Belém/PA, 66053-1800
E-mail: aninha_rocha@live.com

Ana Paula da Silva Costa
Graduanda em Nutrição na UFPA
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém/PA, CEP: 66075-110
E-mail: apsilvacosta97@gmail.com

Ana Carolina Silva Crispino
Graduanda em Nutrição na UFPA
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém/PA, CEP: 66075-110
E-mail: carol.crispino12@gmail.com

RESUMO: Esse trabalho teve como objetivo avaliar a composição nutricional dos principais ingredientes e pratos típicos do Estado do Pará, com desenvolvimento de cardápios. As amostras dos ingredientes (camarão regional, maniva cozida, tucupi e jambu) e pratos típicos (caruru, maniçoba, tacacá e vatapá), foram obtidas em mercado local, da cidade de Belém-PA. As amostras obtidas foram caracterizadas através das análises de pH, acidez total titulável, teor de cinzas, teor de proteínas, teor de lipídeos, teor de carboidratos totais, fibras e Valor Energético Total (VET). Os ingredientes apresentaram valores de umidade elevados que variaram de 60,08 a

86,68 g/100g. O teor de cinzas para os ingredientes variou de 0,45 a 3,08g/100g e de 0,85 a 2,50g/100g para os pratos. O camarão foi o que demonstrou maior teor de proteínas 22,98g/100g, seguido pela maniva com 5,44g/100g. Entre os pratos a maniçoba foi aquele que apresentou os maiores valores de proteínas e lipídios com os valores 11,36g/100g, e 21,41g/100g respectivamente. Quatro sugestões de cardápios foram propostas para o almoço e mostraram que os ingredientes e as preparações regionais podem fazer parte de uma alimentação mais equilibrada e saudável.

PALAVRAS-CHAVE: pratos típicos, composição físico-química, alimentos regionais.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the nutritional composition of the main ingredients and typical foods from State of Pará. The ingredients (shrimp regional, maniva, tucupi and jambú) and the typical foods(caruru, maniçoba, tacacá and vatapá) were obtained in local Market and local restaurant, respectively, of the city of Belém-PA. The samples were characterized by pH, total acidy, ash content, moisture, concentration of protein, lipids carbohydrate and fiber and total energy value. The ingredients showed high moisture yields ranging from 60.8 to 86.68g/100g. In the ingredients, ash content ranged from 0.45 to 3.08g/100g, and in the typical foods the values varied from 0.85 to 2.50g/100g. The regional shrimp showed the highest protein yield, 22.98g/100g, followed by manivawith 5.44g/100g. For the typical foods, the ash values varied from 0.85g/100g (caruru) to 2.50g/10g (tacacá). The tacacá and maniçoba presented the lowest and the highest protein and lipid yields withvalues of 1.66g/100g and 11.36g/100g, respectivily, for proteins, and 0.39g/100g and 21.41g/100g, respectivily, for lipids. Four menus suggestions were proposed for lunch and showed that ingredientsand regional preparations can be part of a balanced and healthy diet.

KEYWORDS: chemical-composition, regional foods and typical foods.

1. INTRODUCTION

Food is extremely important in the lives of human beings as it is a necessary action for the maintenance of biological functions, however, it is not limited only to supply the needs of the organism, but also to the social and cultural aspects that involve the act of eating, therefore, it is essential for the construction of the individual's identity, for human expression and for the preservation of culture and history. In this way, the gastronomy of a given place, through typical dishes and ingredients, in addition to contributing to nutritional aspects, also contributes to man beingculturally and socially organized [1].

Brazilian gastronomy is the result of the intense cultural mix between indigenous peoples who lived here, Africans, Europeans, and countless other immigrant peoples who settled in Brazil and contributed to the rich cultural heritage, to the formation of Brazilian food preferences and habits [2].

Due to the strong cultural exchange and the great territorial extension of the country, the cuisine of each region has its own peculiarities, these are related to the greater influence of a given culture, the way of preparing food, the climate, its geographical location, values religious, economicand social characteristics, places of consumption, rituals, and traditions that involve eating food. Thus becoming well characteristic of a given region and configuring regional cuisines. From these regional cuisines, typical dishes emerge, which are the ones that stand out the most, these due to their meaningfor the group that consumes them, they also become local symbols and end up characterizing a peopleand their culture compared to other regions and countries [2, 3]

As in all of Brazil, Pará cuisine has developed its characteristics, but with little influence fromPortuguese and African cuisine, and a strong indigenous influence, which remains today in typical products and dishes such as tucupi, tacacá, duck in tucupi and maniçoba, which are the result of indigenous knowledge about food preparation and processing. The typical cuisine is very strong andpresent in the life of the people of Pará, which can be considered a strong resistance to the modern way of eating imposed by globalization. Gastronomy, as a cultural manifestation, is an important itemto be preserved, especially in the case of traditional productions, linked to a specific community, thuspromoting cultural, social, economic development and, mainly, human development [4,5].

The gastronomy from Pará State, is recognized in Brazil for its typical, unique and exotic dishes, and is being spread to other regions of Brazil and the world. In the city of Belém, Pará, the main typical regional foods sold are tacacá, vatapá paraense, caruru paraense and maniçoba, which are sold from morning until night, and are consumed as a main meal or snack. The preparations are made with ingredients available in the region, these are the regional shrimp, jambu, tucupi and maniva[6, 7].

The health of individuals, in general, depends, in large part, on food and knowledge of the nutritional composition of foods, given that the imbalance in the health/food relationship may cause health problems such as cardiovascular disease, obesity, cancer, dyslipidemia, diabetes mellitus, among others. Thus, it is necessary to know the nutritional content of foods for the prevention and health promotion actions and to intervene in the diet of individuals with illnesses, and knowledge ofthe amounts of proteins, lipids, and carbohydrates in foods is essential for the elaboration of diet plans. [8, 9].

Food composition tables (FCTs) are fundamental tools for understanding the chemical composition of foods. However, the national tables do not yet contain the composition of some foods, mainly the regional ingredients and preparations, data that are necessary for the guidance and preparation of diet plans for regional populations [9].

Thus, further studies on the chemical composition of regional foods, such as typical foods from Pará cuisine, are needed in order to assist health professionals, such as the nutritionist, to create better strategies for guiding and structuring healthier and more adequate diet plans. to the eating habits of local populations, as well as nutritional education activities, assessment of the suitability of micro and macronutrients, and nutritional labeling to contribute to the best choice of food. Thus, the objective of the study was to carry out the analysis of the physical-chemical and nutritional composition of ingredients and dishes typical of Pará cuisine, with the elaboration of adapted menus.

2. MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

The typical dishes analyzed were: caruru, maniçoba, tacacá and vatapá collected in local restaurants in the city of Belém-PA. The evaluated ingredients were:

shrimp, cooked maniva, tucupiand jambu, which were purchased at an open market in the city of Belém-PA. The samples analyzedat the Laboratory of Food Hygiene and Bioprocesses of the Faculty of Nutrition at the Federal University of Pará, the samples were homogenized in a WALITA blender and stored under freezing(-20ºC) until the time of analysis. The ingredients used in the preparation of typical dishes are shown in table 1.

Table 1. Ingredients used in the preparation of typical dishes from Pará gastronomy.

Typical dishes	Ingredients
Tacacá	Cassava gum, tucupi, shrimp, jambu leaves, sweet pepper and garlic.
Vatapá	Wheat flour, shrimp, palm oil, coconut milk, tomatoes, onions, green scents, garlic and peppers.
Caruru	Cassava flour, shrimp, garlic, tomato, green scent, okra, palm oil, onion, pepper and soy oil.
Maniçoba	Maniva, bay leaves, salty bacon, pepperoni sausage, beef jerky, bacon, chorizo, onion and garlic.

Source: The Authors

PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS

The following analyzes were carried out in triplicate: humidity by drying in an oven at 105 ºC[11], ash by incineration in a muffle at 550 ºC [11], protein content by the Kjeldahl method, using theconversion factor 6.25 of the nitrogen content in crude protein [11]. Crude fiber content by the acid detergency method [12], lipids by the Bligh-Dyer method [13]. The total acidity was determined by titration with sodium hydroxide (NaOH) and the pH with the aid of a pH meter, both following the methodologies described by AOAC, [11]. Carbohydrates were determined by difference [14].

ELABORATION OF ADAPTED MENUS

The nutritional composition of the suggested menus was estimated by consulting the Brazilian Table of Food Composition - TACO [15], the Tables of Nutritional Composition of Food Consumedin Brazil by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) [16] and from the results of the analyzes carried out in that study.

STATISTICAL ANALYSIS

The results of the physical-chemical analyzes and the total energy value of typical dishes and ingredients were expressed by means, standard deviation and coefficient of variation.

3. RESULTS AND DISCUSSION

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF TYPICAL INGREDIENTS

The results of the physical-chemical and nutritional composition of the typical ingredients areshown in table 2.

Table 2- Physicochemical composition of typical ingredients

		Ingredientes		
Analyze	**Regional shrimp**	**Jambu**	**Maniva**	**Tucupi**
pH	8,66 ± 0,05	5,9 ± 0,00	5,7 ± 0,01	3,8 ± 0,00
Total Titratable Acidity (%)	1,98 ± 0,20	3,63 ± 0,28	2,18 ± 0,34	6,49 ± 0,28
Moisture (g/100g)	64,79 ± 0,26	90,22± 0,31	87,03± 0,17	96,91± 0,66
Ashes (g/100g)	3,08 ± 0,11	1,82 ± 0,15	0,75 ± 0,02	0,45 ± 0,02
Protein (g/100g)	22,98 ±0, 61	2,98 ± 0,08	5,44 ± 0,16	0,35 ± 0,01
Lipids (g/100g)	2,40 ± 0,22	0,61± 0,13	3,66 ± 0,47	2,04 ± 0,60
Carbohydrates	6,75 ± 1,10	4,37 ± 0,33	3,12 ± 0,42	0,25 ± 0,11
Total (g/100g)	100	100	100	100
Fibers (g/100g)	0,28 ± 0,41	1,26 ± 0.04	2,10 ± 0,30	-
Total energy value (Kcal/100g)	140,52±0,11	34,89 ±3,05	64,48 ± 1,41	11,81 ± 2,96

Source: The Authors

As expected, the tucupi was the one with the highest moisture content (96.91g / 100g) becauseit is a product in liquid form. As for the ash content of the ingredients, they varied between 0.45 to 3.08g / 100g, the latter being attributed to shrimp and just higher because it is a product that goes through the cooking and salting process to preserve the food and enhance color [17].

The shrimp had a value of 22.98 g / 100g and was the one with the highest protein content, which is due to this being a product of animal origin. The second highest content was observed in thehand with 5.44g / 100g, followed by jambu with 2.98g / 100g and lastly tucupi, which showed the lowest content among the studied ingredients (0.35g / 100g).

The maniva showed a value of 3.12g / 100g of lipids, the highest value observed, this is because the pre-cooked maniva sold in the open markets in the city of Belém has in its composition other ingredients used to "season" such as bacon and toucinho, foods of animal origin, rich in lipids.The shrimp content of 2.40g / 100g of lipids was found, as it is a food that contains fatty acids in its composition. The lowest

levels were found for jambu and tucupi, with 0.62g / 100g and 0.32 g / 100respectively. For carbohydrates, shrimp, jambu, and maniva had the highest values for this component, with values of 6.37g / 100g, 4.37g / 1008, and 3.66g / 100 respectively. While the tucupipresented 2.04g / 100g of carbohydrates, the lowest value among the others.

Jambu and maniva were low-acid ingredients with a pH of 5.9 and 5.7 respectively. On the other hand, the tucupi had a pH of 3.8, is considered of high acidity, which was confirmed by the total acidity of 6.49 %. The shrimp had a pH of 8.66, being classified as a low acid food [18], with a value of 1.99 % of acidity, being the lowest content among the analyzed foods. In a study on Macrobrachium olfessi in fresh and cooked salty forms Santos *et al*. [19] found a pH value of 7.83 for the second form, a value below that determined for Macrobrachium amazonicum, evaluated in the present study. Shamshad et al. [20] obtained initial pH values of 7.05 in Penaeus merguiensis, which increased to 8.25 after remaining in ice storage for 16 days, which shows the influence of the conservation and storage process on the product's pH. According to Decree No. 9,013 of March 29, 2017 [21], which provides for industrial and sanitary inspection of products of animal origin, the pHvalue in crustaceans must be less than 7.85 to be considered a fresh product, it can also be applied tochilled or frozen products, however, it does not refer to products that have undergone other conservation processes.

The maniva and jambu showed high fiber values, with values between 1.26g / 100g and 2.10g / 100 respectively, which was expected due to the fact that they are leafy, generally rich in fibers such as cellulose, lignin, and hemicellulose, in its composition [22]. In shrimp, 0.28g / 100g of fibers werefound, while in tucupi, no detectable values were found for this component.

Most typical ingredients from Pará had energy values below 100 kcal / 100g, with the exception of shrimp, which has a total energy value of 144.48kcal / 100 kcal, which is due to the fact that it has low moisture and high protein contents and carbohydrates, which contributes considerablyto the energy value. Tucupi, on the other hand, had the lowest energy value (11.81kcal / 100g), due to its higher humidity and lower protein, lipid, and carbohydrate content when compared to the others. Furuya *et al*. [23] when the analyzed composition of freshwater prawn M. amazonicum "*in natura*" found 70.03 g / 100g, 1.5g / 100g, and 24.8g / 100g for moisture, ash, and proteins

respectively. In the present study, the values found were for moisture (64.79g / 100g) and proteins (22.98g / 100g) and were lower than those found by Furuya et al. [23], while the ash value (3.08g / 100g) was higherbecause it was a food that went through the cooking and salting process. Costa [17], observed for M. amazonicum, after cooking ranging from 5 minutes to 20 minutes, protein levels ranging between 18.78 g / 100g and 21.44g / 100g, close values obtained by this work. M. amazonicum, on the other hand, has high protein values when compared to other species of shrimp marketed around the world,such as Macrobrachium Rosenbergii, which has about 16g / 100g of proteins [24]. The concentrationsof this macronutrient, generally, have a low variation during cooking. Therefore the shrimp from fresh water is an important alternative for the inclusion of proteins in the diet, has a high biological value, and is easy to digest [17].

The differences found for the moisture and ash contents in this work are different from thoseobserved by Furuya *et al*. [23], which can be explained by the different conservation processes applied. In the case of the shrimp obtained for this work, the cooking and salting process reduces its humidity and introduces minerals directly influencing the ash values. The aforementioned processingis common for shrimp sold in the open markets in Belém, as it improves the appearance of the product,making it more attractive to consumers, increases shelf life and decreases the possibility of microbiological contamination, due to the reduction of the activity of water [17, 25]. Variations between values cannot only be attributed to processing but also environmental factors such as habitat,availability, and the type of food consumed by animals, season, reproductive period, and age of crustaceans [26].

For shrimp, the total lipids observed in this study was 2.4g / 100g, which is higher than that found by Furuya et al. [23] (1.5 %) and by Costa [17] (1.45-1.70g / 100g), which can be explained bythe fact that fat storage in shrimp occurs in the hepatopancreas that is located in the cephalothorax, thus, shrimp analyzed without excluding this anatomical region tend to have higher amounts of lipids, this concentration of lipids can still vary with environmental factors [23, 26]. The total energy valueof M. amazonicum determined by this work, which was 140.52 Kcal / 100g, was higher than that found by Costa [17], obtained values that ranged from 115.41 kcal / 100g to 117.99 kcal / 100g respectively. *M.amazonicum* also presented VET with a higher value than that presented by TACO [15] for *Penaeus brasiliensis*,

which demonstrated value of 90 kcal / 100g.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF TYPICAL DISHES

Table 3 shows the results of the nutritional characterization obtained for the typical dishes analyzed.

Table 3- Nutritional composition of typical dishes.

		Ingredients		
Analyze	**Caruru**	**Maniçoba**	**Tacacá**	**Vatapá**
pH	6,73 ± 0,03	6,93 ± 0,12	5,48 ± 0,06	5,88 ± 0,00
Acidez Total Titulável (%)	1,88 ± 0,10	4,31 ± 0,35	4,96 ± 0,20	1,78 ± 0,10
Moisture (g/100g)	83,60 ± 0,26	60,08 ± 0,37	86,68 ± 0,02	78,06 ± 0,02
Ashes (g/100g)	0,85± 0,20	1,99 ± 0,01	2,50 ± 0,51	1,25 ± 0,10
Protein (g/100g)	2,95 ± 0,49	11,36 ± 0,65	1,66 ± 0,02	2,17 ± 0,17
Lipids (g/100g)	7,50 ± 0,20	21,41± 0,47	0,39 ± 0,00	4,77 ± 0,60
Carbohydrates	6,00 ± 0,29	5,16 ± 0,13	8,77 ± 0,47	13,75 ± 0,19
Total (g/100g)	100	100	100	100
Fibers (g/100g)	0,85 ± 0,09	0,22± 0,02	0,70 ± 0,061	0,81± 0,11
Total energy value (Kcal/100g)	103,3±2,09	258,77±3,68	45,23±0,06	106,61±0,97

Source: The Authors

The vatapá and the caruru showed moisture levels that were 78.06g / 100g and 83.60g / 100grespectively. These two preparations contain significant amounts of starch in their composition due to the use of wheat flour in vatapá and manioc flour in caruru and lipid sources such as palm oil andvegetable oil. Maniçoba has the lowest moisture content among the typical dishes analyzed, with a value of 60.08g / 100g of moisture.

The preparations resulted in ash values between 0.85g / 100g (caruru) and 2.50g / 100g (tacacá). The pH of the preparations varied between 5.48 and 6.93, thus being considered of low acidity, a condition that makes them more susceptible to bacterial proliferation [18]. As for the protein content, great differences were found between the analyzed dishes. The preparation with the highestcontent was maniçoba with 11.36g / 100, while in tacacá the lowest content (1.66g / 100g) was observed. In the case of maniçoba, this high protein content is explained by the presence in its composition of foods of animal origin, mainly edible parts of pigs. The other typical dishes also have ingredients of animal origin, such as shrimp, however, this is a “supporting” ingredient used in smallquantities.

The levels of lipids in typical dishes ranged between 21.41g / 100g and 0.39g / 100g. The highest content was found in maniçoba, 21.41 g / 100g, which is equivalent

to 74.46g % of the total energy value of the preparation. High lipid consumption can lead to the development of obesity, dyslipidemia, high blood pressure, cardiovascular disease, among other chronic diseases. Thus, it is recommended to consume this dish occasionally and in small amounts [27]. The vatapá and the carurushowed intermediate levels of lipids among the other preparations, with concentrations of 4.77g / 100g and 7.50g / 100g respectively. These dishes have lipid source ingredients in their preparation, such as coconut milk, soybean oil, and palm oil, the latter having both saturated fatty acids and unsaturated fatty acids in their composition [28]. Tacacá was the typical dish that showed the lowestlipid content, being 0.39g / 100g, which is due to the use of foods that contain low concentrations oflipids such as tucupi, jambu, and tapioca gum, some of which were demonstrated by this work.

Regarding carbohydrates, the highest value was observed in vatapá (13.75g / 100g), followed by tacacá (8.77g / 100g) and caruru (6.00g / 100g), these dishes contain items rich in carbohydrates like cassava flour, wheat flour, and tapioca gum. In contrast to the others, the lowest concentration (5.16g / 100g) of carbohydrates was observed in maniçoba among the analyzed preparations.

The fiber contents varied between 0.22g / 100g (maniçoba) to 0.85g / 100 (caruru). The kurushowed the greatest amount of fiber among the studied dishes, this preparation has in its compositionokra, which is a vegetable with good amounts of fiber [29]. Tacacá did not present considerable values of fibers. Four of the analyzed preparations had a total energy value above 100 kcal / 100g, except tacacá, which presented 45.23kcal / 100g, as it has high humidity and low levels of lipids and proteins. The maniçoba was the one with the highest VET among the others with a value of 258.77kcal/100g,due to its high content of proteins and lipids, the amount of the latter directly influences the total energy value, given that it has the higher energy density. Tacacá had a lower energy value among typical dishes both in TCA's and in laboratory analysis. As for the caruru, it was the one that demonstrated the highest total energy value according to the IBGE [16].

ADEQUACY OF TYPICAL DISHES AND INGREDIENTS TO DAILY NUTRITIONALNEEDS

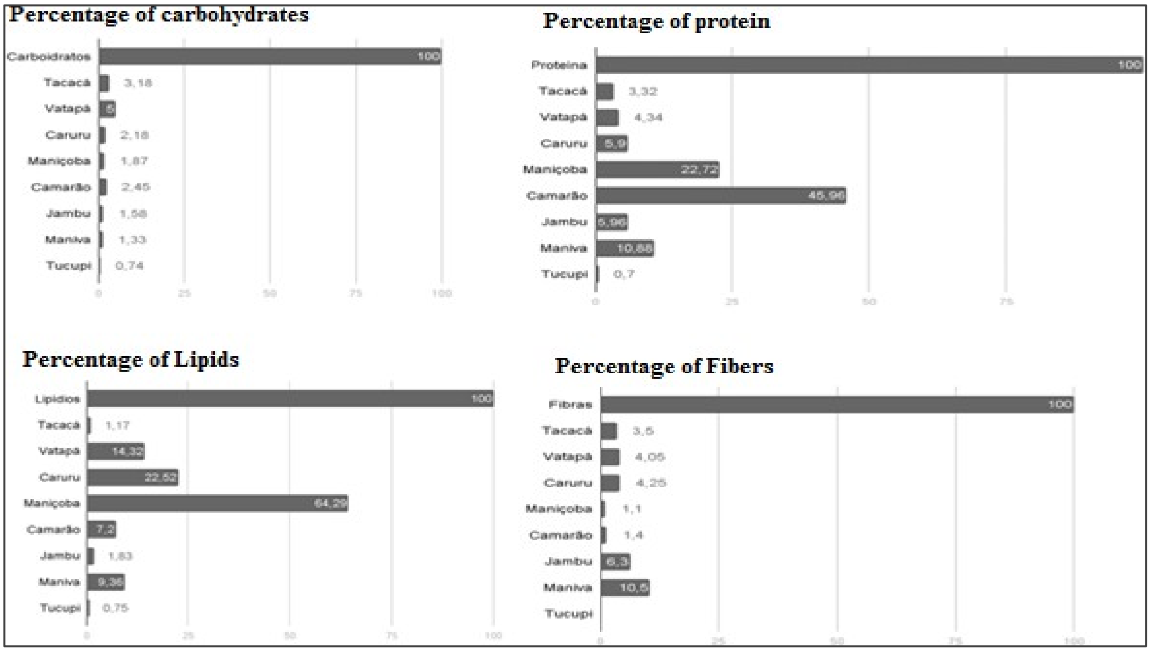
According to the recommendations of the World Health Organization (WHO) / Food and Agriculture Organization [30], an individual's daily nutritional needs for

macronutrients in percentage, grams, and energy value based on a 2000 kcal diet for a healthy individual are 10 at 15 % of VET/day, 50 to 75 g/day and 200 to 300 kcal/day for proteins; 55 to 75 % of VET/day, 275 to 375 g/day and 1,100 to 1,500 kcal/day for carbohydrates and 15 to 30 % of VET/day, 33,3 to 66,6 g/day and 300 to 600 kcal/day for lipids.

About dietary fibers, the World Health Organization (WHO) and the American Dietetic Association (ADA) [31] recommend a daily intake of 20 to 35g. Figure 1 shows how much the consumption of 100g of the studied foods meets the minimum daily nutritional needs for macronutrients and fibers if considered as a reference for 100 %, the minimum value recommended by WHO / FAO [30] and ADA [31].

According to Figure 1, it is possible to state that, among typical dishes, maniçoba would be the one that would supply the highest value of the minimum daily protein requirement, with the value 22 %. In the research by Silva *et al*. [32] on typical dishes from the state of Goiás, it was possible to verify that the empadão from Goiás would supply about 23 % of the minimum daily protein needs. Within this same analysis, the shrimp would provide 45.96 % of the minimum recommended value ofthis macronutrient, being the one with the highest value for the protein content, among the analyzed ingredients. Within this same analysis, the shrimp would provide 44 % of the minimum recommendedvalue of this macronutrient, being the one with the highest value for the protein content, among the analyzed ingredients.

Figure 1. Percentage of carbohydrates (A), proteins (B), lipids (C) and fibers (D) in 100g of food in relation to therecommended minimum daily needs.



Source: The Authors.

Lipid values were high for dishes such as maniçoba supplying 63.6 % of the minimum daily requirement, followed by caruru with 21.2 %, values close to the percentage that would be supplied with the consumption of 100g of feijoada (63.72 %) and high in relation to the values supplied in 100gof rice with pequi, a typical dish in the state of Goiás, which would be 13.54 % [32] and with the consumption of 100g of chicken, which would supply 17.89 % of the minimum needs daily lipids.

ELABORATION AND SUGGESTION OF MENUS

Traditional preparations are mostly caloric and with high lipid content, daily consumption is not advised, however, it is worth mentioning that in the city of Belém the consumption of these foodsis generally sporadic, on special occasions and typical festivities. However, in shopping centers, these dishes can be consumed more frequently at lunchtime by local workers, where consumption occurs in greater quantities and accompanied by white rice and, sometimes, cassava flour, this is due to the wide acceptance and more affordable prices [33].

The menus have in their structure an entrance with salad, main dish, side dish, side dish, drink,and dessert. The first menu suggestion indicates vatapá as a main dish, accompanied by regional shrimp as a garnish. The second, on the other hand,

contains maniçoba as the main dish, without garnish. The third menu features two of the studied ingredients, as the main dish, boiled chicken andas a garnish, tucupi broth, a combination that is widely consumed by the local population, and as an accompaniment to rice with jambu. While on the fourth menu we have the combination of the caruruwith the regional shrimp, the first as a main dish, and the second as a garnish.

We tried to formulate the menu suggestions according to nutritional parameters recommended by the Workers' Food Program (PAT) [34], which recommends that lunch should contain 600-800 kcal, corresponding to a range of 30-40 % of the Total Energy Value - VET (2000 kcal), protein, carbohydrate and total fat content corresponding to 15, 60 and 25 % of the VET, respectively and 7-10 g of fibers.

Based on the suggestions, it is possible to realize that typical foods and main ingredients canbe inserted in menus with a complete meal, however, these must be well balanced with respect toboth macronutrients and micronutrients. The nutritional compositions of the suggested menus werecarried out by calculating values for the indicated foods from consultations in the following Tables: Brazilian Table of Food Composition - TACO [15], the Tables of Nutritional Composition of Food Consumed in Brazil by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) [16] and for typical dishes and ingredients, the results obtained in the physical-chemical analyzes shown here were used.

Figures 2 and 3 show menu suggestions for lunch. The result of the analysis of the 1st Menu (main dish: vatapá) shows that it had a caloric content of 680.24kcal, which corresponds to 34.01 % of the recommended daily caloric value (2000kcal). The levels of protein, carbohydrate, and total lipids represented, respectively: 12.8, 60.8, and 26.4 % of the TEV. The fiber value was 10.67g. Therefore, for the PAT parameters, the suggested menu is balanced.

The 2nd Menu has maniçoba as its main dish, and because it is a high-lipid dish and already has enough animal protein in its preparation, the suitability of macronutrients was slightly different from what PAT recommends for the lunch meal. The caloric value of the menu was 770.08 kcal, representing 38.5 % of the recommended daily energy value. Regarding macronutrients, it is possibleto verify that the levels of proteins, carbohydrates, and total lipids represented, respectively: 11.6 %, 64.5 %, and 23.9 % of the VET. The fibers had a value slightly above that

recommended for lunch, with a total of 12.25g.

Figure 2- 1st Menu (containing vatapá and regional shrimp) and 2nd Menu (containing maniçoba)

1° Menu	Salad	**Quant.** (g ou mL)	**Homemade measure**
Appetizer:	Tomato	40	4 medium slices
	Carrot	24	2 tablespoons full
	Onion	10	2 thin slices
	Lettuce	20	3 leaves
	Olive oil	10	1 soup spoon
Main course:	Vatapá	140	2 serving spoons
Garnish:	Regional shrimp	40	8 units
Side dish:	White rice	100	4 tablespoons
Drink:	Orange juice	250	1 cup
Dessert:	Guava	170	1 medium unit

2° Menu	Mango salad	**Quant.** (g ou mL)	**Homemade measure**
Appetizer:	Lettuce	20	3 leaves
	Chard	20	2 leaves
	Green corn	30	1 full tablespoon
	Grated carrot	24	2 soup spoon
	Tomato cut into small cubes	30	2 soup spoon
	Mango	50	3 soup spoon picada
	Chickpeas	30	1 cup
Main course:	Maniçoba	80	2 serving spoons
Garnish:			
Side dish:	White rice	100	4 soup spoon
Drink:	Guava juice	250	1 cup
Dessert:	Pineapple	150	1 big slice

Source: The Authors.

The nutritional composition of the 3rd Menu (Figure 2), includes cooked chicken as the maindish and tucupi broth in its garnish. The 3rd menu presented 640.88 kcal, which corresponds to 32.04 % of the recommended two thousand daily calories. The contents of protein, carbohydrate, and total lipids represented, respectively, 16.8, 58.8, and 24.4 % of the TEV. The value of fiber present was 6.82g. Comparing with the nutritional parameters recommended by PAT, this menu is adequate.

Figure 3- 3rd Menu (containing tucupi and jambu) and 4th Menu (containing caruru and regional shrimp).

3° Menu	Salada Crua	Quant. (g ou mL)	Homemade measure
Appetizer:	Tomato	40	4 medium slices
	Lettuce	20	3 leaves
	Cucumber	24	8 medium slices
	Onion	10	2 thin slices
	Olive oil	10	2 soup spoons
Main course:	Cooked chicken	80	1 serving spoon
Garnish:	Tucupi broth	200	3 Shells
Side dish:	Rice	100	4 soup spoons
	Jambu	40	1 cup
Drink:	Mango juice	250	1 glass
Dessert:	Tangerine	135	1 unit

4° Menu	Salada crua colorida	Quant. (g ou mL)	Medida caseira
Appetizer:	Lettuce	20	3 chopped leaves
	Arugula	25	1/2 cup
	Ricotta	30	1/2 cup
	Tomato	40	2 soup spoons
	Beet	30	2 soup spoons
	Carrot	24	2 soup spoons
	Olive oil	10	1 soup spoons
Main course:	Caruru	140	2 serving spoon
Garnish:	Regional shrimp	30	6 unit
Side dish:	White rice	100	4 soup spoons
Drink:	Orange juice	250	1 cup
Dessert:	Banana	90	1 medium unit

Source: The Authors.

The 4th and last menu includes caruru as a main dish and regional shrimp as a garnish, with respect to nutritional analysis, it showed a total VET of 641.76 kcal, which represents 32 % of the daily VET of 2000kcal. Regarding macronutrients, the total protein value was 13.6 %, carbohydrate 59.1 %, and 27.3 % total lipids, whereas the fibers had a total value of 8.48g, thus considering a nutritionally satisfactory menu compared to the parameters described as can be seen in Figure 3. Theprotein content of this menu is similar to that of a yam cereal bar according to Dias *et al* [35].

4. CONCLUSION

The results of this study reinforce the need to analyze the composition of regional foods, especially those typical of each region of the country that is widely consumed by the local population,thus serving as a basic and essential tool for a more reliable assessment of individual food intake, groups or populations. The suggested lunch menus showed that the typical preparations can be eatencorrectly amounts and balanced menus, it is important that there is a balance between the consumptionof these preparations and the analyzed ingredients, including other foods rich in nutritional value, andmay even provide benefits for health.

REFERÊNCIAS

1. Zuin LFS, Zuin PB. Alimentação é cultura - aspectos históricos e culturais que envolvem a alimentação e o ato de se alimentar. Nutrire: Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr, 2009 abr; 34 (1): 225-241. http://sban.cloudpainel.com.br/files/revistas_publicacoes/227.pdf

2. Santos VFN, Pascoal GB. Aspectos Gerais da Cultura Alimentar Paraense. RASBRAN - Revista da Associação Brasileira de Nutrição. 2013 Jan./Jun; 5 (1): 73-80. https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/10/12

3. Cunha MA. Composição Química e Nutricional de Preparações de Origem Africana, Típicasda Culinária Baiana. [Dissertação]. Salvador/BA: Programa de Pós-Graduação em Ciência deAlimentos. Universidade Federal da Bahia, Bahia; 2010. p.78. https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/8800/1/Manuela%20Alves%20da%20Cunha.pdf

4. Fidalgo JG. A Autenticidade da Gastronomia Paraense. [Trabalho de Conclusão de Curso, especialização] (Pós-Graduação em Padrões Gastronômicos). Universidade Anhembi Morumbi, SãoPaulo, 2007.p. 42. http://periodicos.anhembi.br/arquivos/trabalhos/363447.pdf

5. Santos MN, Santos A, Bandeira AT, Sarmento J. A Valorização da Gastronomia TradicionalParaense como Forma de Desenvolvimento Local. 2016. Disponível em: https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/8887. Consulta em maio, 2020.

6. Bitter D, Bitar NP. Comida, trabalho e patrimônio. Notas sobre o ofício das baianas de acarajée das tacacazeiras. Horizontes antropológicos. 2012. Jul/dez; 18 (38): 213-236. https://doi.org/10.1590/S0104-71832012000200009

7. Peccini R. A gastronomia e o turismo. Revista Rosa dos Ventos. 2013. Abr/jun; 5 (2): 206- 217. http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/rosadosventos/article/view/1734/pdf_114

8. Sousa, P.L.C; Lopes, L.A; Ferreira, T.A.P.C. Composição Química-centesimal de Pratos Típicos Goianos com Teores Reduzidos de Gorduras e/ou Açúcares. [Trabalho de conclusão de curso]. Graduação em nutrição. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. p.32. http://www.crn1.org.br/images/pdf/Elena_feijo/tec_alimentos.pdf

9. Santos PCP, Nespolo CR, Oliveira FA, Veríssimo CM, Vivan BD. Composição Centesimale Valor Energético de Pratos Tradicionais do Rio Grande do Sul. Braz. J. Food Technol. 2009 Jan; 2(1): 1-8. http://bjft.ital.sp.gov.br/especiais/especial_2009/v11_edesp_11.pdf

10. Costa L L. Gastronomia e Cultura: Um diálogo gastronômico através da cozinha paraense.[Monografia]. Graduação em Produção Cultural. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011. p.54. http://tagcultural.com.br/wpcontent/uploads/2012/04/0048.pdf

11. AOAC. 2017. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis ofAOAC International, 20th Edition, Gaithersburg, USA

12. Van Soest PJ. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application toforage. Journal Animal Science, 1967 Jan; 26 (1): 119-128. https://doi.org/10.2527/jas1967.261119x

13. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journalof Biochemistry and Physiology, 1959 Sep; 37(8): 911-917, https://doi.org/10.1139/y59-099

14. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados,tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2003. http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66- 4512-b3c1-afee57e7d9bc

15. Núcleo de Estudo e Pesquisas em Alimentação – NEPA. Tabela Brasileira de composição de Alimentos - TACO. 4 ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. P.161. https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf

16. Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Pesquisa de OrçamentosFamiliares 2008-2009. Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Mais Consumidos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. P. 351. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf

17. Costa ES. Rendimento e Características Físico-Químicas da Carne do Camarão Macrobrachium amazonicum e do Caranguejo Dilocarcinus pagei. [Dissertação]. Mestrado em Ciência e tecnologiapara recursos amazônicos. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2015. p.83.https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/4727

18. Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia dos Alimentos. Colaboradora Maria Teresa Destro. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. 196p

19. Santos, RM, Souza JF, Reis IAO, Nunes, ML. Avaliação físico-química e nutricional do Macrobrachium olfessi sob a formas in natura e salgado cozido. Scientia Plena, 2011 out; 7(10): 1-4,https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/386/308

20. Shamshad SI, Nisa KU, Riaz M, Zuberi R. Shelf life of shrimp (Penaeus merguiensis) stored atdifferent temperature. Journal of Food Science, 1990 Sep; 55(5): 1201-1205, https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb03898.x

21. Brasil. Decreto nº 9013, de 29 de março de 2017. Dispõem sobre a inspeção industrial e sanitáriade produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 mar. 2017. Seção 1. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm

22. Bernardino M.A. Caracterização e aplicação da farinha do bagaço da cana-de-açúcar em bolo. [Dissertação]. Mestrado em Ciência da Engenharia de Alimentos. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011. p.85. https://teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74132/tde-17112011-104853/pt-br.php

23. Furuya WM et al. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão-d'água-doce. Revista Brasileira de Zootecnia, 2006 Ago; 35(4): 1577-80, https://doi.org/10.11606/D.74.2011.tde-17112011-104853

24. Silva, A.F. et al. Avaliação sensorial e composição proximal de camarões de água doceMacrobrachium rosenbergii defumados. Ciência Animal Brasileira, 2010 Dez; 11(4):

770-774.https://doi.org/10.5216/cab.v11i4.4221

25. Santos PCP, Nespolo CR, Oliveira FA, Veríssimo CM, Bortolini ACM. Análise Direta e Indiretade Nutrientes e Valor Energético de Pratos Salgados Tradicionais do Sul do Brasil. Científica Ciências Biológicas e da Saúde, 2011 Jul; 13 (1): 45-54. https://doi.org/10.17921/2447-8938.2011v13n1p%25p

26. Tavares, TS. Extrusados de Camarão Regional (Macrobrachium amazonicum), Quirera de Arroze Arroz Polido Triturado. [Dissertação]. Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Programade Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010. p.115. http://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2010/Thiago%20Tavares.pdf

27. Dias GC, Silva AP, Spinelli MGN, Abreu ES. Teores de lipídios em refeições oferecidas em umapraça de alimentação de uma universidade privada do município de São Paulo. Simbiologias, 2011Dez; 4(6), 163-175. https://www.ibb.unesp.br/Home/ensino/departamentos/educacao/revistasimbio-logias/teores-de-lipidios-em-refeicoes-oferecidas-em-uma-praca-de-alimentacao-de-uma- universidade-privada.pdf

28. Gioielli LA. Óleos e gorduras vegetais: composição e tecnologia. Rev. bras. Farmacogn.2020 Abr; 5(2): 211-232. https://doi.org/10.1590/S0102-695X1996000200008

29. Sousa APB, Lima FGS, Lima A. Propriedades Nutricionais do Maxixe e do Quiabo. RevistaSaúde em Foco, 2015 Jan/Jul; 2(1): 113-129. http://www4.fsanet.com.br/revista/index.php/saudeemfoco/article/view/688

30. World health organization. Food and Agriculture Organization (WHO/FAO). Diet, nutrition andthe prevention of chronic diseases. Geneva; 2003. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf;jsessionid=E56E3410 DA2FC2EEE29FA41470751D67?sequence=1

31. AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Health implications of dietary fiber. J Am DietAssoc. 2002 Jul;102(7):993-1000. https://doi.org/10.1016/s0002-8223(02)90228-2

32. Silva MR, Silva MS, Silva PRM, Oliveira AG, Amador ACC, Naves MM. Composição em nutrientes e valor energético de pratos tradicionais de Goiás, Brasil. Ciênc Tecnol Aliment 2003;23:140-45. https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000400026

33. Oliveira JAR, Matos YM, Lima SSB, Santos FO, Martins LHS. Caracterização Físico-Química de Pratos Típicos da Culinária Paraense Servidos em Pontos Comerciais de Belém/PA. In: CongressoBrasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 25. 2016. Gramado. Anais...Gramado, 2016. http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/781.pdf

34. BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Programa de Alimentação ao Trabalhador – PAT.Brasília, 2006. http://trabalho.gov.br/portal-mte

35. Dias JRR, Mendes FZC, Nolasco MVFM, Bogo D. Brazilian Journal of Development, Obtainingyam flourfor the preparation of cereal bar as a food and functional supplement, Curitiba, v. 6, n. 3, p.15716-15735. DOI:10.34117/bjdv6n3

CAPÍTULO 05

FATORES CHAVE PARA A GESTÃO E A EXECUÇÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Ândeson Marcos Nunes de Lima
Discente do curso de Engenharia Civil
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP
Endereço: Rua Marquês de Paranaguá, 111 Consolação, 01303050, São Paulo/SP, Brasil
E-mail: andesonsocram@gmail.com

Marco Antônio Silva
Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo, FEA-USP.
Professor do curso de Engenharia Civil
Instituição: Centro Universitário Anhanguera de São Paulo
Endereço: R. Afonso Celso, 235 - Vila Mariana, 04119-001, São Paulo/SP, Brasil
E-mail: marcothe@gmail.com

RESUMO: A gestão e a execução de projetos de construção civil envolvem diversos atributos e depende de fatores chave para o alcance dos propósitos estabelecidos. Dado essa questão, a presente pesquisa tem como objetivo identificar os fatores chave que podem contribuir para o sucesso da gestão e da execução de projetos de construção civil. Para a consecução desse objetivo foram realizadas pesquisas bibliográfica e documental em periódicos, bases de dados e relatórios técnicos setoriais a fim de levantar informações relacionadas ao tema de estudo. A seguir foi realizado uma pesquisa aplicada utilizando o *Analytic Hierarchical Process* (AHP) como sistema de apoio a decisão. Os achados dessa pesquisa revelaram que gestão de riscos, competência técnica e de gestão, experiência em projetos, recursos materiais e humanos e qualidade são os fatores-chave para a gestão e execuçãode projetos. Como contribuição espera-se que o estudo possa fornecer a academia uma melhor compreensão sobre o tema e novas proposições de pesquisa. Adicionalmente, oferecer aos profissionais um modelo de apoio à tomada de decisão, gestão, execução e desempenho de projetos por profissionais da construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de projetos, Fatores chave, Processo de Análise Hierárquica, Engenharia Civil, Construção civil.

ABSTRACT: The management and execution of civil construction projects involve several attributes and dependson key factors for achieving the established purposes. From this issue, this research aims to identify the key factors that can contribute to the success of the management and execution of civil construction projects. To achieve this objective, bibliographic and documentary research was carried out in journals, databases and sectoral technical reports in order to gather information related to the subject of study. Next, an applied research was carried out using the Analytic Hierarchical Process (AHP) as a decision support system. The findings of this research revealed that risk management, technical and management competence, professionals experience in projects, material and human resources and quality are the key factors for project management and execution. As a contribution, it

is hoped that the presente study can provide the academy with a better subject understanding and new research proposals. Additionally, offering professionals a model to support decision making, management, execution and performance of projects for construction professionals.

KEYWORDS: Project management, Key factors, Hierarchical Analysis Process, Civil Engineering, Civil construction.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é caracterizada por ser verticalmente fragmentada devido à natureza das atividades de construção os quais exigem o planejamento, a elaboração do projeto, a locação de equipamentos, construção e a operação em fases distintas (FELLOW; LIU, 2012). Além disso, conforme observam Dogan *et al* (2015), o desenvolvimento de um projeto de construção envolve a participação de profissionais de diversas áreas como engenheiros estruturais, mecânicos, elétricos e ambientais, fornecedores de materiais e insumos, gestores e clientes.

Decorrente de tal característica, alguns pesquisadores (LAM *et al*, 2004; XIA *et al*, 2009; XIA; CHAN, 2010; NAOUM; EGBU, 2016) ressaltam que os problemas enfrentados nos processos de construção estão relacionados à separação entre o projeto e a execução; a falta de integração entre os envolvidos; a efetividade da comunicação; as incertezas e as mudanças do ambiente; as prioridades e as expectativas dos clientes além da complexidade do projeto em si. Nesse sentido, Okamoto e DaSilva Neto (2018) também alertam para uma maior atenção às lacunas no gerenciamento e a falta deum melhor planejamento das ações de contratações de obras e serviços de engenharia. Estes elementos associados às questões econômicas como inflação e recessão têm conduzido os profissionais do setor da construção civil a melhor compreender os aspectos inerentes aos projetos para se atingir os objetivos pretendidos de forma eficiente.

Posto isto, o presente estudo tem por objetivo geral identificar os fatores chave que podem contribuir para o sucesso da gestão e da execução de projetos de construção civil. Ademais, como objetivo secundário, tratou-se a questão da avaliação dos fatores principais a gestão e execução de projetos de construção civil por meio de uma abordagem multicritério utilizando-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Tal método tem sido utilizado em diversas áreas (ABUDAYYEH *et al*, 2007; CHIANG; YU; LUARN, 2017; ERDOGAN; ŠAPARAUSKAS; TURSKIS, 2017.) como um sistema de apoio a tomada de decisão para a alocação de recursos, previsões e a seleção de critérios e alternativas. Como contribuição, esta pesquisa visa trazer uma melhor compreensão dos fatores chave associados ao gerenciamento de projetos de construção civil.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A indústria da construção civil tem um papel fundamental no desenvolvimento da economia de um país. Rabechini Jr. e Carvalho (2006) apontam que o setor da construção civil desempenha papel estratégico no processo de desenvolvimento econômico do Brasil por empregar mão de obra direta de maneira intensiva e dinamizar diversas cadeias produtivas pelo seu elevado efeito multiplicador e baixo coeficiente de importação. Apesar dessa importância, algumas empresas vêm enfrentando alguns desafios para atingir uma boa eficiência e produtividade, pois falham em seus sistemas de gestão e execução de projetos de construção civil.

Na prática da engenharia, entretanto, busca-se melhorar continuamente os processos construtivos, tornando-os eficientes a fim de garantir qualidade e durabilidade às edificações (OLIVEIRA *et al*., 2020). Essa eficiência está relacionada a um conjunto de fatores que podem ser críticos para o sucesso do empreendimento. Tais fatores, em geral, compreendem a concepção correta, a finalização dentro do cronograma e do orçamento previsto, os padrões de qualidade bem como a satisfação dos clientes (NAOUM; EGBU, 2016). De modo cada vez mais crescente, o preenchimento desses requisitos tem sido associado à qualidade da gestão e da execução dos projetos.Nesse sentido, a compreensão e seleção de fatores chave pode ser crucial para o sucesso de projetosde construção civil.

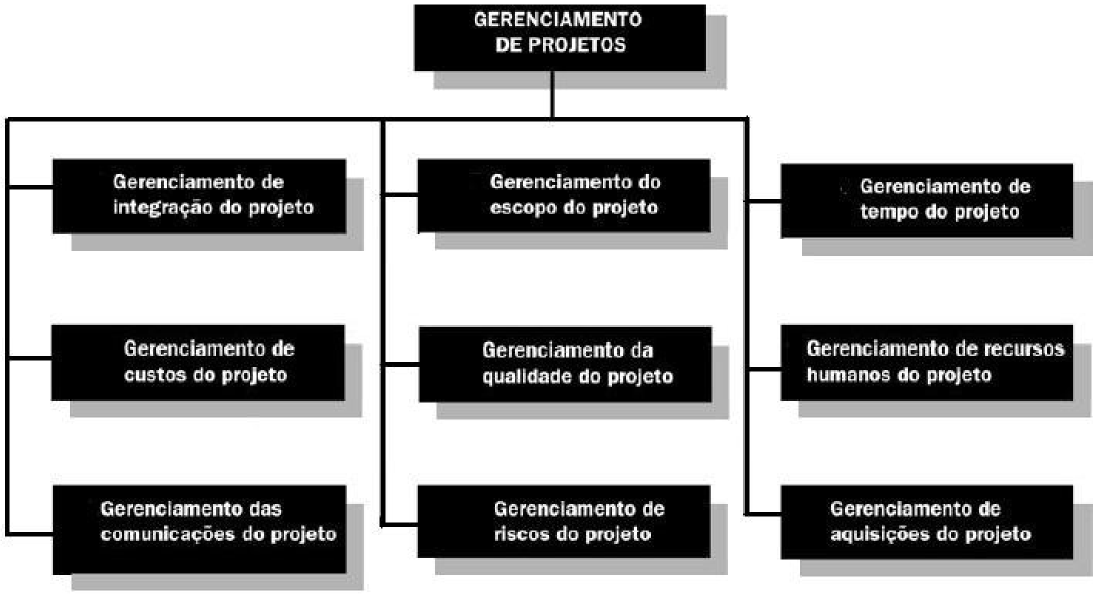
Na tentativa de compreender estes fatores críticos, alguns pesquisadores têm realizados estudos na indústria da engenharia civil. Por exemplo, Lam *et al* (2004) estabeleceu uma estrutura conceitual de 32 fatores para a concepção e execução de projetos. A partir dessa estrutura pode ser formuladas hipóteses de que os fatores de sucesso de um projeto de construção é função da interaçãoentre as características do projeto, os procedimentos adotados, as estratégias de gestão do projeto, o compromisso dos participantes, o ambiente e a clima de trabalho do projeto.

Xia *et al* (2009) e Xia e Chan (2010) se valeram de 5 entrevistas semiestruturadas face a facee um levantamento em duas rodadas por meio de um questionário Delphi para identificar as competências chave de construtores e clientes, respectivamente, à gestão e a execução de projetos. As competências chave foram identificadas e classificadas em uma ordem relativa de importância deforma a orientar construtores e clientes no processo de concepção e execução de projetos de construção civil.

Lu, Shen e Yam (2008) identificaram 35 fatores críticos de sucesso para projetos da construção civil na China e os agruparam em oito categorias, a saber: habilidades de gerenciamento de projetos, estrutura da organização, recursos, estratégia competitiva, relacionamentos, licitação, marketing e tecnologia. Já Kessler; Winkelhofer (2002) classifica os fatores críticos de sucesso dos projetos nas categorias técnica e equipes de trabalho. Segundo estes autores, os fatores críticos relacionados aos aspectos técnicos são: a) possuir um sistema de gerenciamento de projetos (PMS: *Project Management System*); b) gerenciamento efetivo do escopo dos projetos; c) planejamento, elaboração de cronograma e controle efetivo dos projetos e; d) gerenciamento efetivo dos contratos.Quanto aos fatores associados às equipes de trabalho são: a) possuir equipes de projetos altamente integrada; b) ter a participação dos *Stakeholders* no andamento dos projetos; c) comunicação efetivadentro da equipe externamente e; d) satisfação do consumidor.

Já a partir do PMBOK ® (2009; 2013) os processos de gerenciamento de projetos podem serresumidos em nove áreas de conhecimento, que são as seguintes: Integração do projeto, Escopo do projeto, Tempo do projeto, Custos do projeto, Qualidade do projeto, Recursos humanos do projeto, Comunicações do projeto, Risco do projeto e aquisições do projeto. A **Figura 1** ilustra os aspectos mencionados.

Figura 1 – Processos de gerenciamento de projetos, Fonte: PMBOK, 2013



Fonte: Os Autores.

Cada área acima descrita possui detalhamento e abrangência próprios que formam um todo único e se integra aos demais. De acordo com Viana Vargas (2005) as ações envolvidas em cada áreasão:

a) Gerenciamento de integração do projeto – Abrange todos os requisitos do projeto com vistasa assegurar o favorecimento do seu todo através das ações de coordenação e integração;
b) Gerenciamento do escopo do projeto - Tem como objetivo assegurar que todo o trabalhonecessário, e somente o necessário, seja realizado para o sucesso final.
c) Gerenciamento do tempo do projeto – Reúne as ações necessárias ao fiel cumprimento docronograma de execução, com vistas à conclusão do projeto no prazo previsto.
d) Gerenciamento de custos do projeto – Engloba um monitoramento orçamentário de forma queos custos inicialmente previstos permaneçam nos seus respectivos parâmetros.
e) Gerenciamento de qualidade do projeto – Mantém o foco no resultado final, para que atendaao solicitado pelo cliente.
f) Gerenciamento de Recursos Humanos do projeto – Os processos visam à maximização/otimização do efetivo envolvido na execução do projeto.
g) Gerenciamento das Comunicações do projeto – Refere-se a fluência e disseminação dasinformações do projeto.
h) Gerenciamento de Riscos do Projeto – Administra todas as possibilidades de riscos, comvistas a mitigá-los e/ou erradicá-los tempestivamente.
i) Gerenciamento de Aquisições – Engloba as aquisições de bens de serviços externos àorganização promotora.

Ika (2009) em um estudo sobre o gerenciamento de projetos na construção civil apontam queum dos fatores críticos para o sucesso é o uso de um sistema de informações para o gerenciamento de projetos. Entretanto, apesar de a confiança das informações considerado pelos autores como condição importante para a gestão e a qualidade da tomada de decisão, esse fator de sucesso, não se pode prescindir a cultura organizacional como com crucial para o sucesso do projeto. Pois, tal aspecto pode determinar se o *modus operandi* da empresa favorece a qualidade da tomada de decisão.

Williams (2016) também ressalta que o sucesso dos projetos de construção civil está relacionado a cultura organizacional, mas também ao trabalho em equipe, a configuração do projeto,a satisfação do cliente, a localização da obra e a qualidade técnica das empreiteiras subcontratadas. Vale ressaltar também que a existência de um gerente de projeto contribui para o aumento do sucesso de projetos em desenvolvimento e, quanto maior o número médio de projetos realizados por uma empresa, maiores serão o envolvimento e a integração dos profissionais para a realização dos projetos.

Outros pesquisadores têm tentado descrever as relações entre as medidas de desempenho e osfatores determinantes do sucesso de projetos na construção civil (KONCHAR; SANVIDO, 1998; CHANG *et al*, 2004; DANG; LE-HOAI, 2016). Em tais estudos foram examinados o poder de predição das variáveis para o desempenho do projeto e desenvolvidos alguns modelos por meio de análise de regressão. Nesses modelos tentou-se predizer os custos unitários, velocidade de construçãoe entrega de empreendimentos, além da satisfação geral nas atividades de construção. Nesse sentido,Jelodar, Yiu e Wilkinson (2016) verificaram que a qualidade de projetos pode estar associada ao compromisso da equipe de trabalho com a realização do projeto.

Já Luo *et al* (2016) analisaram a relação entre complexidade do projeto e sucesso em projetos de construção civil. Por meio de dados coletados em 245 questionários aplicados em empresas chinesas a complexidade do projeto foi medida como complexidade de informação, tarefa, tecnológica, organizacional, ambiental e metas por correlação e análise fatorial. A seguir, utilizandoa técnica de modelagem de equações estruturais, os autores encontraram uma relação negativa entre a complexidade e o sucesso de projetos complexos de construção. Além disso, a complexidade da informação e a complexidade da meta têm efeitos negativos significativos no sucesso do projeto.

Na tentativa de descrever a importância da gestão de projetos, Okamoto e Da Silva Neto (2018) ressaltam a importância do desenvolvimento das atividades relacionadas as fases preliminares e interna do processo licitatório para o bom desempenho das etapas posteriores, já que todas são complementares e de grande importância para obtenção de eficiência e eficácia dos processos e resultados. Analisando obras e serviços de engenharia contratados por meio de licitações, em uma instituição de ensino pública brasileira, sugeriram melhorias através do uso de

ferramentas de gerenciamento de projetos. Conforme esses autores, as lacunas no gerenciamento e a falta de um melhor planejamento das ações de contratações de obras e serviços de engenharia são devidas em parte a não conformidade com o PMBOK. Assim, se dada a devida atenção às orientações desse guiapara os aspectos como planejamento, execução, monitoramento e controle, os riscos associados ao encadeamento e realização das etapas seriam minimizados com ganhos de qualidade e eficiência nosprocessos e nos resultados.

Posto isto, se pode observar que são diversas as tentativas de melhor compreender a gestão ea execução de projetos de construção civil. Para tanto, os pesquisadores têm concentrado seus esforços na identificação dos fatores chave e na verificação das relações entre eles e o seu desempenho. Entretanto, novas investigações sobre o tema é de relevância e premente em contextosespecíficos.

3. PROCEDIMENTO DE PESQUISA

Os tipos de pesquisas adotados para se atingir objetivo do estudo foram a pesquisa exploratória, bibliográfica, documental e aplicada. A pesquisa exploratória destina-se a investigação de um tema para o esclarecimento de ideias a fim de fornecer um panorama amplo sobre o objeto deestudo ou a formulação de hipóteses a novos estudos (GONSALVES, 2012). Assim, esta pesquisa secaracterizou como exploratória por tentar identificar os fatores-chave, para a gestão e execução de projetos de construção civil.

A pesquisa bibliográfica compreendeu o estudo da literatura científica sobre o objeto estudado. Conforme Vergara (2016), a pesquisa bibliográfica fornece o instrumental analítico para

outras pesquisas além de um primeiro contato com o tema de estudo. Ademais, foi realizada uma pesquisa documental, pois foram examinados documentos disponibilizados sobre gestão e execuçãode projetos. A pesquisa documental tem por fim o levantamento de dados já coletados e tratados poroutras pessoas ou entidades específicas para posterior análise (MARCONI; LAKATOS, 2011).

A partir da leitura de livros, artigos, teses de doutorados e periódicos de bases de dados obtém-se uma documentação indireta para desenvolvimento do assunto (MARCONI; LAKATOS, 2011). Como pesquisa bibliográfica e documental, esta passou por oito fases distintas conforme recomendaGil (2010): a) a escolha do tema;

b) elaboração do projeto de trabalho; c) identificação; d) localização;

e) compilação; f) fichamento; g) análise e interpretação e; h) redação. A metodologia aqui descrita serviu de base para a elaboração da revisão da literatura como etapa inicial da pesquisa.

A motivação para a realização de uma pesquisa aplicada decorreu do objetivo específico de abordar um problema concreto, ou seja, a avaliação dos critérios chave para a gestão e execução de projetos de construção civil. Ao contrário da pesquisa pura, a qual visa criar conhecimento para contribuir com o corpo teórico de uma determinada área, a pesquisa aplicada se utiliza da teoria articulada a um problema prático a fim de verificar a sua aplicabilidade (FELLOWS; LIU, 2008).

Para a consecução da pesquisa aplicada foi conduzido o Processo de Análise Hierárquica ou *Analytic Hierarchical Process* (AHP) desenvolvido por Saaty (1980) como um método de tomada de decisão multicritério. Tal método é utilizado para melhor fundamentar o processo de tomada de decisão em ambientes complexos. No presente estudo foram realizadas as seguintes etapas, de acordo com as diretrizes para a aplicação do AHP.

- **Passo 1**: Identificação dos fatores relevantes para a definição das características do modelo, dos critérios, dos subcritérios e das alternativas possíveis;
- **Passo 2**: Uma vez identificados os fatores relevantes na literatura, foi conduzido uma entrevista com especialistas em projetos do setor de construção civil para a ponderação dos critérios, dos subcritérios e das alternativas possíveis.
- **Passo 3**: Construção da estrutura para o processo de análise hierárquica. Após a definição dessa estrutura, uma comparação par a par da importância relativa entre os critérios estabelecidos foi conduzida para cada nível hierárquico da matriz **A** baseada no julgamento do decisor $\mathbf{a_{ij}}$.

$$A = \begin{array}{c} \\ C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Sendo $\mathbf{a_{ij} = 1/a_{ji}}$; i, j = 1,2, ..., n

- **Passo 4**: Determinação dos pesos para expressar a importância dos elementos de um determinado nível na matriz hierárquica sobre aqueles de um nível inferior pelo processo de comparação par a par entre os critérios e os subcritérios. Os critérios são comparados segundoa escala de julgamentos (SAATY, 1990) descrita no **Quadro 1**.

Quadro 1 – Escala de julgamentos

Intensidade De importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	As duas atividades contribuem igualmente para o objeto.
3	Importância fraca De uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividadeem relação à outra.
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecidaem relação à outra e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorecendo uma atividade em relação à outra é do mais alto graude certeza.
2, 4, 6 e 8	Valores intermediáriosentre dois julgamentos adjacentes	Quando é necessária uma condição compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima	Se uma atividade ***i*** tem um dos valores não zero acima quando comparado com a atividade ***j***, então ***j*** tem um valor recíproco. Quando comparado com ***i***	
Racionais	Razões resultantes da Escala	Se a consistência foi forçada para obtenção de n valores numéricos para cobrir a matriz.

Fonte: Saaty (1990).

- **Passo 5**: Verificação da consistência. A matriz de julgamento paritária foi utilizada para se obter um vetor de prioridades que corresponda aos pesos;

  $\mathbf{W = [w1, w2, ..., wn]^T \quad i = 1, 2, ..., n}$

  O vetor de pesos foi calculado a partir do valor médio das filas a partir da matriz **A** decomparação par a par normalizada.

$$w_i = \frac{1}{n}\sum_j \left(\frac{a_{ij}}{\sum_i a_{ij}}\right) \; i, j, = 1,2, \dots, n$$

- **Passo 6**: Verificação da consistência lógica da matriz de julgamento. Para uma matriz de ordem n, o número de julgamentos necessários é n (n – 1) / 2. A razão de consistência, RC, é calculada por RC = IC/IR

Onde:

IC = (λ_{max} – n)/(n – 1) e λ_{max} é o maior autovalor de

A. IR é o valor médio de IC (Índice de Consistência)

IR (Índice Randômico) foi obtido a partir da **Tabela 1** para diferentes valores de **n**

Tabela 1 – Índices Randômicos

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IR	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,51	1,54

Fonte: Os Autores.

Saaty (1990) propõe uma tabela com os índices randômicos (IR) de matrizes de ordem1 a 15 calculados em laboratório. A Tabela 1 de verificação da consistência limita em 15 critérios o número de itens a ser comparados em uma matriz. Saaty (1990) ainda sugere o usoda Razão de Consistência, considerando o Índice de Consistência (IC) e o Índice Randômico(IR), que varia com o tamanho n da amostra. Os valores da Razão de Consistência para que a matriz seja considerada consistente são apresentados na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Valores de RC para analisar a Consistência

Nº de critérios	**Razão de Consistência**
3	< 0,05
4	< 0,09
> 4	< 0,10

Fonte: Os Autores.

Quando a matriz obtida da comparação emparelhada entre os critérios é inconsistentese faz necessário que o avaliador revise essa comparação até que ela se torne consistente. Emseguida, determina-se o vetor prioridade.

- **Passo 7:** A matriz de comparação entre as alternativas foi então construída para cada critério, permitindo julgar o desempenho de cada alternativa

comparado com os critérios considerados.

- **Passo 8:** Desse modo foi obtida assim, as prioridades globais por meio de uma soma ponderada simples, dando o escore de cada alternativa permitindo determinar a classificaçãofinal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca e a localização da literatura científica seguidas da compilação, da análise e da interpretação dos dados possibilitou a identificação dos fatores e critérios chave relativos à gestão e execução de projetos de construção civil. Desse modo, foi possível responder a pergunta de pesquisa e norteou a consecução do objetivo específico de tratar a tomada de decisão sobre a avaliação de projetos por meio de uma abordagem multicritério. Para fins de organização do estudo foi elaboradoum resumo dos principais atributos identificados na revisão da literatura conforme mostrado no **Quadro 2**.

Quadro 2 – Resumo dos estudos sobre gestão de projetos na construção civil

Autores	Fatores e Critérios para Avaliação de Projetos
Kessler; Wiinkeller (2002);	- Planejamento - Equipe de Trabalho - Comunicação com o Cliente
Lan *et al*. (2004); Viana Vargas (2005)	- Compromisso da equipe - Ambiente de trabalho - Gerenciamento do Tempo - Integração do projeto - Comunicação
Lu; Shen; Yam (2008)	- Habilidades Gerenciais - Estrutura Organizacional - Recursos - Tecnologia
Ika (2009)	- Cultura Organizacional - Sistema de informações - Comunicação
PMBOK® (2009); PMBOK® (2013)	- Qualidade do projeto - Custos - Capacidade Financeira - Grau de integração dos projetos - Recursos
Lou *et al* (2016); Williams (2016)	- Complexidade do projeto - Gestão do tempo - Coordenação
Oliveira; Da Silva Neto (2018)	- Planejamento - Execução - Monitoramento - Controle

Fonte: Dados da pesquisa bibliográfica.

Tais fatores, critérios e/ou atributos, por sua vez, norteou a pesquisa documental. Esta foi conduzida tendo em mente as recomendações do *Guide to the Project Management Body of Knowledge* – PMBOK GUIDE (2013) como referência para as boas práticas de projetos. A partir daanálise da revisão de literatura e pesquisa documental elaborou-se o **Quadro 3** com os atributos a serem avaliados na pesquisa aplicada.

Quadro 3 – Resumo dos atributos referentes à gestão de projetos na construção civil

Critérios	**Subcritérios**
Gestão de riscos	- Gestão do tempo - Grau de coordenação - Recursos financeiros
Competência técnica e de gestão	- Qualidade profissional da equipe - Capacidade gerencial - Desempenho passado - Método inovador
Experiência em projetos	- Tipo de projeto - Tamanho do projeto - Número de projetos - Experiência na região
Recursos materiais e humanos	- Equipamentos - Número de pessoas na equipe - Sistema de informação
Qualidade	- Controle de qualidade - Política de qualidade - Custos do projeto

Fonte: Dados da pesquisa documental

Uma vez concluídas as pesquisas bibliográfica e documental, realizou-se a modelagem estrutural do problema da pesquisa aplicada, ou seja, elaboração da hierarquia do problema. Por meio das entrevistas com especialistas em projetos de construção civil foi realizada a análise dos critériose a ponderação conforme descrito na metodologia. Após o desenvolvimento do modelo de tomada dedecisão com o *Analytic Hierarchical Process* (AHP) foi alcançado os seguintes resultados de acordo com a **Tabela 3**.

Tabela 3 – Critérios ponderados referentes à gestão de projetos na construção civil

Critérios	**Peso Local**	**Subcritérios**	**Pesos Locais**	**Peso Global**
Gestão de riscos	0,243	Gestão do tempo	0,491	0,1193
		Grau de coordenação	0,140	0,0340
		Custos do projeto	0,250	0,1039
Competência técnicae de gestão	0,240	Qualidade profissional da equipe	0,221	0,0537
		Capacidade gerencial	0,293	0,0700
		Desempenho passado	0,254	0,0607
		Inovação	0,250	0,0614
Experiência em projetos	0,170	Tipo de projeto	0,190	0,0468
		Tamanho do projeto	0,355	0,0772
		Número de projetos	0,300	0,0657
		Experiência na região	0,153	0,0335
Recursos materiais e humanos	0,169	Equipamentos	0,193	0,0422
		Número de pessoas na equipe	0,429	0,0720
		Sistema de informação	0,137	0,023
Qualidade	0,155	Controle de qualidade	0,179	0,0428
		Política de qualidade	0,417	0,0542
		Cronograma e prazos	0,146	0,0191

Fonte: Dados do Processo de Análise Hierárquica.

Conforme observado na tabela acima verifica-se que gestão de riscos se apresentou como o vetor de maior prioridade para a gestão de projetos (0,240). Tais achados apresentam-se em conformidade com o PMBOK® (2009) e PMBOK® (2013). Na sequência a competência técnica e de gestão apresentou-se com o segundo valor hierárquico (0, 240) sendo este na visão de Lu, Shen eYam (2008) e Lou et al (2016) fatores cruciais para a gestão de projetos. A experiência em projetos de acordo com o modelo de tomada de decisão surge como o terceiro fator importante para a gestão de projetos com ponderação de (0,170). Por fim, recursos materiais e humanos (0,169) e qualidade (0,155) refletem os demais fatores-chave à gestão e execução de projetos de construção civil. Vale ressaltar que tais aspectos também podem ser associados à gestão do tempo, à capacidade de gerenciamento, a qualidade das equipes, ao cumprimento de prazos e a complexidade do projeto quepor sua vez afetam os orçamentos, prazos e, por conseguinte, todas as etapas e o desempenho do projeto. Estes elementos estão em consonância com a visão de Kessler; Wiinkeller (2002), Lan *et al.*(2004), Viana Vargas (2005), Lou *et al* (2016); Williams (2016) e Oliveira e Da Silva Neto (2018) no que concerne o planejamento, a execução, o monitoramento e o controle de empreendimentos deconstrução civil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso dos projetos de construção civil depende de um conjunto de fatores cruciais para agestão a suas respectivas execuções. A identificação e a correta gestão dos fatores de sucesso dos projetos podem ser consideradas diferenciais competitivos, de desempenho e eficiência da indústria de construção. A realização de projetos de construção, em geral, envolve a mobilização de investimentos vultosos, portanto, o conhecimento dos fatores-chave pode minimizar os riscos presentes aos projetos e são cruciais para a viabilidade dos negócios da construção civil.

Tais fatores são considerados por alguns autores, conforme a revisão da literatura, como estratégicos para as empresas de construção civil. Entre eles estão à integração das etapas, experiênciaem projetos, a gestão de riscos, o gerenciamento de equipes, o gerenciamento da qualidade e a gerenciamento do tempo e de custos. A complexidade de se conceber, planejar, executar e gerenciarprojetos exige dos profissionais contínuos esforços para integrar e coordenar as diversas fases associadas à gestão e a execução dos projetos. Em virtude das incertezas do mercado, as empresas dosetor precisam conferir alguma vantagem competitiva e satisfação aos seus clientes, portanto, o uso das melhores práticas e de ferramentas de gestão, atenção aos custos, entregas de acordo com o cronograma e controle de qualidade são atributos relevantes para a gestão e execução de projetos na indústria da construção civil.

Como limitação a pesquisa pode apresentar resultados variados com graus de importância distintos de acordo com a visão de especialistas e cenários específicos. No entanto, tal variação não invalida os resultados, mas sim podem orientar profissionais da construção civil responsáveis pela gestão de projetos a uma melhor tomada de decisão dadas certas circunstâncias. Apresentando uma abordagem alternativa sugere-se como pesquisa futura que sejam considerados outras variáveis no contexto de gestão e execução de projetos e a utilização de métodos que possam determinar as possíveis relações causais entre os fatores chave e o sucesso de projetos de construção civil.

REFERÊNCIAS

ABUDAYYEH, Osama et al. Hybrid prequalification-based, innovative contracting model using AHP. **Journal of Management in Engineering**, v. 23, n. 2, p. 88-96, 2007.

CHAN, A. P. C.; HO, D. C. K.; TAM, C. M.. *Design and build project success factors: multivariateanalysis*. **Journal of Construction Engineering and Management**, mar/apr, 127(2), p. 93-100, 2001.

DANG, C. N.; HOAI, L. L.. *Critical success factors for implementation process of design build projects in Vietnam*. **Journal of Engineering, Design and Technology**. v. 14, n. 1, 2016.

DOGÃN, S. Z.; KILIÇ ÇALGICI, P.; ARDITI, D.; GÜNAYDIN, H. M.. *Critical success factors ofpartnering in the building design process*. **Journal of Faculty of Architecture**, 32(2), p. 61-78, 2015.

ERDOGAN, S. A; ŠAPARAUSKAS, J; TURSKIS, Z. Decision Making in Construction Management: AHP and Expert Choice Approach. **Procedia Engineering**, v. 172, p. 270-276, 2017.

FELLOWS, R.; LIU, A.. ***Research construction***. 3 rd. Edition. Malden, MA, US, John Wiley &Sons, Ltd, Publication, 2008

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo, Atlas, 2010

GONÇALVES, E. P.. **Iniciação à pesquisa científica**. 5ª ed. ver. e ampliada. Campinas, SP: EditoraAlínea, 2011.

IKA, L. A. Project success as a topic in project management journals. **Project Management Journal**,v. 40, n. 4, p. 6-19, 2009.

JELODAR, M. B.; YIU, T. W.; WILKINSON, S.. Relationship-quality *Judgment model for construction project procurement: a conjoint measurement*. **Journal of Construction Engineering and Management**, ©ASCE, ISSN 0733-9364, 2016.

KONCHAR, M.; SANVIDO, V. *Comparison of US project delivery systems*. **Journal of Construction Engineering and Management**, vol.124, n. 6, p. 435-444, 1998.

LAKATOS, E. M. MARCONI, M. A.; **Fundamentos de Metodologia do Trabalho Científico** – 7ªed. – São Paulo: Atlas 2011.

LAM, E. W. M.; CHAN, A. P. C.. *Benchmarking design-build procurement systems in construction,* **Benchmarking: An International Journal**, v. 134, n.5, p. 287-302, 2004.

LUO, Lan et al. Investigating the relationship between project complexity and success in complexconstruction projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 33, n. 2, p. 04016036, 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico** – 7ª ed. – São Paulo:Atlas 2011.

NAOUM, S. G.. ***Dissertation research & writing for construction students***. 3 rd. Edition. New York,NY, Routledge, 2013.

NAOUM, S. G.; EGBU, C.. *Modern selection criteria for procurement methods in cosntruction*. **International Journal of Management Project in Business**. V. 9, n. 2, p. 309-336, 2016.

OKAMOTO, E. Y.; DA SILVA NETO, J. M.. Gerenciamento de projeto: processo licitatório para contratação de obras e serviços de engenharia da Universidade Federal de Rondônia (UNIR)/Project management: bidding process to hire works and engineering services at Universidade Federal de Rondônia (UNIR). **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 424-441, 2018.

OLIVEIRA et al.. Machine Learning aplicado na estimativa do coeficiente de mola de estacas com validação por meio de provas de carga estáticas. **Brazilian. Journal of Development**., Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1806-1820, jan. 2020.

PROJECT MANAGENET INSTITUTE. **Guide to the Project Management Body of Knowledge** PMBOK GUIDE, 5th ed. PMI, 2013.

PROJECT MANAGENET INSTITUTE. **Guide to the Project Management Body of Knowledge** PMBOK GUIDE, 4th ed. PMI, 2009.

SAATY, T. L.. How to make decision: Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, p. 9-26, 1990.

SAATY, T. L.. **The Analytic Hierarchy Process**, McGraw-Hill, New York, 1980.

TAM, C. M.; TONG, T. K. L.; ZHANG, H. **Decision making and operational research techniquesfor construction management**. University of Hong Kong Press, 2007.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16ª ed. São Paulo, Atlas,2016.

WILLIAMS, T. Identifying success factors in construction projects: A case study. **Project Management Journal**, v. 47, n. 1, p. 97-112, 2016.

XIA, B.; CHAN, A. P. C.. *Key competences of design-build clients in China*, **Journal of FacilitiesManagement**, v. 8, n. 2, p. 114-129, 2010.

XIA, B.; CHAN, A. P. C.; YEUNG, J. F. Y.. *Key competences of design-build clients in China*, **Journal of Management and Economics**, v. 27, n. 11, p. 1141-1152, 2009.

CAPÍTULO 06

ÁNALISE COMPARATIVA DE DISTÂNCIAS PERCORRIDAS NA ENTREGA DE MERCADORIAS DAREDE DE FARMÁCIAS DROGASIL EM GOIÂNIA

Luciana Araujo Azevêdo
Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Endereço: Rua 75, nº 46 – St. Central, Goiânia/GO, Brasil
E-mail: luciana.azevedo@ifg.edu.br

Daiana Rosa Mota Silva
Estudante de Engenharia de Transportes pelo Instituto Federal de Goiás
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Endereço: Rua 75, n° 46 - St. Central, Goiânia/GO, Brasil
E-mail: daianarmsilva@gmail.com

Isaque Gonçalves Souza
Engenheiro de Transportes pelo Instituto Federal de Goiás
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Endereço: Rua 75, n° 46 - St. Central, Goiânia/GO, Brasil
E-mail: isaque.goncalves.souza@gmail.com

RESUMO: Com a globalização, os consumidores vêm se tornando cada vez mais exigentes, o que torna a competitividade entre as organizações mais acentuadas. O planejamento de sistemas de distribuição física de produtos vem se tornada cada vez mais um desafio para os planejadores na área de transportes. A distâncias de entrega em uma rota é uma das variáveis que influenciam nas vantagenscompetitivas de uma empresa, pois podem aumentar ou diminuir os custos logísticos. O presente trabalho tem como objetivo comparar as distâncias percorridas na entrega de mercadorias de uma rede de farmácias em Goiânia a partir do local atual do CD e um local de intervenção hipotético como auxílio de *software* de georreferenciamento, o ArcGIS. Com as simulações realizadas, aferiu-se uma redução de aproximadamente 25 % nas distâncias percorridas, mostrando assim, a importância de um bom planejamento na escolha da localização das instalações.

PALAVRAS-CHAVE: Logística, Distribuição Física, Distância, Localização de Instalações.

ABSTRACT: With globalization, consumers are becoming increasingly demanding, which makes competitivenessamong organizations more pronounced. The planning of physical product distribution systems is becoming more and more of a challenge for transport planners. Delivery distances on a route are oneof the variables that influence a company's competitive advantages, as they can increase or decreaselogistics costs. The present work aims to compare the distances traveled in the delivery of goods from a chain of pharmacies in Goiânia from the current location of the DC and a hypothetical intervention site with the aid of georeferencing software, ArcGIS. With the simulations carried out, a reduction ofapproximately 25 % in the distances covered was verified,

thus showing the importance of good planning when choosing the location of the facilities.

KEYWORDS: Logistics, Physical Distribution, Distance, Facilities Location.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das grandes metrópoles no Brasil aconteceu abruptamente no século XXcom o êxodo rural e invariavelmente as metrópoles não acompanharam o rápido crescimento das cidades, o que comprometeu com a configuração urbanística dos centros urbanos. Em 2010, o Brasilchegou a 84,4 % da população brasileira vivendo em áreas urbanas, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o que tornou as regiões altamente adensada, que tornou a procura por bens e serviços aumentam significante, e com escassos instrumentos de política urbana, a logística de entrada, saídas e distribuição física de mercadorias nos centros urbanos ficou comprometida e sua qualidade prejudicada.

Com a globalização, os consumidores vêm se tornando cada vez mais exigentes, o que torna a competitividade entre as organizações mais acentuadas, obrigando os gestores das empresas a personalizar seus processos e buscar seu diferencial de mercado, como aponta Morais (2015). O autor ainda afirma que o transporte tem como algumas de suas prioridades, oferecer maior confiabilidade, flexibilidade e agilidade aos consumidores, devendo ser sempre bem planejado e gerido e estar aliadoa roteirização dos melhores trajetos.

O planejamento de sistemas de distribuição física de produtos vem se tornada cada vez mais um desafio para os planejadores na área de transportes, como explica Enomoto e Lima (2007). O núcleo das tarefas de planejamento logístico é composto por três aspectos gerais, sendo estes o estoque e localização, a localização de instalações e a roteirização e programação de frota, segundo Naruo (2003); Naruo ainda afirma que a partir de um sistema com demanda, oferta, recursos e infraestrutura conhecida, a roteirização e programação de veículos se torna um processo operacional logístico, uma decisão diária para os gestores, que buscam sempre o melhor trajeto com os menores custos e/ou tempo, dependendo da necessidade.

Atualmente diversas ferramentas são utilizadas para melhorar a distribuição física de mercadorias nos centros urbanos, e uma das mais empregadas e comuns, são os softwares de sistemas de informação georrefenciadas. Os roteirizadores e programação de veículos vem se tornado cada vez mais populares, uma vez que as corporações buscam obter maior excelência nos processos de distribuição física, aumentado assim sua competitividade perante o mercado.

O presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise comparativa entre as distâncias percorrida pelos veículos de entrega, sobre a rota partindo do atual local do centro de distribuição com a rota partindo de um novo local proposto por uma ferramenta SIG, afim de aferir qual dos trajetos analisados apresentam a menor distância de trajeto.

2. DISTRIBUIÇÃO FÍSICA EM CENTROS URBANOS

O problema de distribuição de mercadorias nos centros urbanos não é novo. Porém, no Brasila maior parte das cidades não consideram no planejamento urbano das cidades as políticas urbanísticas de logística como afirma Mukai *et al.* (2007).

O sistema de distribuição de cargas é uma parte do processo administrativo no transporte, armazenamento e manipulação de bens como afirma Dutra (2004). O autor ainda afirma que a funçãodo transporte de cargas é disponibilizar as mercadorias a outras localidades ou seja, o transporte dascargas só agrega valor espacial aos produtos.

O fluxo de cargas, quando olhamos pela ótica da caracterização da movimentação urbana de carga, apresenta dois principais tipos de entrega: Sistema de simples parada ou direto e Sistema de várias paradas.

Entre os elementos que compõem a distribuição física de cargas são os mais diversos, Ma (2001), os divide em dez categorias gerais: Receptores, veículos de entrega, ruas, estacionamentos, percurso, carga, motoristas, carregadores, equipamentos e expedição de mercadoria.

Dutra enuncia quatro grades problemas que comprometem a qualidade da movimentação de cargas nos centros urbanos, são eles os congestionamentos, das deficiências da malha viária, projetosde interseções e sinalizações e estacionamento e carregamento/descarregamento.

Com a popularização dos computadores e a automatização na coleta e tratamento de dados, as técnicas e modelos de distribuição logística foram se modernizando e se aperfeiçoando rapidamente, alimentando os sistemas de banco de dados e tornando a movimentação de cargas maissimplificada e ágil.

Alguns sistemas cada vez mais populares pode-se citar os de Informações Geográficas (SIG), Posicionamento Global (GPS), Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS), códigos de barras, s*oftwares* com rotinas de roteamento. Todas

essas ferramentas cada vez mais apresentam preços mais acessíveis aos distribuidores e mais empregados.

3. FERRAMENTAS SIG E A LOGÍSTICA

Medeiros (2008) afirma que a globalização impulsiona as corporações a realizarem constantes mudanças, aplicação de novas tecnologias e melhores estratégias para permanecerem relevantes no mercado, afim de obter qualidade dos produtos, pontualidade e eficiência nos serviços. Assim, atualmente, as empresas investem pesadamente na tecnologia da informação, com o propósito de coletarem dados que subsidiam as tomadas de decisões de estratégicas.

O autor ainda diz que geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais relacionadas a coleta, armazenamento e tratamento de informações espaciais e georreferenciadas.

Buller (2009) afirma que uma das medidas de estratégias competitivas se baseia em "conhecere mapear o mercado mediante uma análise setorial e estrutural, para então definir o posicionamento e a participação desejados em tal mercado."

O geoprocessamento na logística das empresas têm como principal objetivo reduzir os custose melhorar a entrega dos produtos certos, no tempo certo, no local certo, com qualidade e com o preçoacordado.

Uma das aplicações do geoprocessamento, cita-se a roteirização, que segundo Aulete (2019),é a ação ou resultado de roteirizar, criar roteiros, ou seja, é o ato de criar caminhos a serem seguidos.Um exemplo fundamental e bem conhecido, é o problema do caixeiro viajante, que visa roteirizar uma sequência ótima com a menor distância possível fazendo-se apenas uma única visita em cada ponto.

Segundo Enomoto (2005) a roteirização e programação de veículos, pode ser dividida em trêsgrandes grupos, o problema de roteirização pura, que não consideram as variáveis temporais ou as procedências entre as atividades; a programação de veículos e tripulações, que consiste em ser uma roteirização com restrições adicionais relacionadas ao tempo quando várias atividades precisam ser executadas e pôr fim a roteirização e programação, que envolve as relações de precedência entre as atividades e também as restrições de janelas de tempo para as atividades.

Assim, as ferramentas SIG entrelaçam-se com as aplicações logísticas, como bem explanadopor Neto (2008) que afirma " é possível desenvolver mapas temáticos

para diferentes análises espaciais como: análise de rotas, localização de pontos de distribuição, localização de acidentes geográficos, condição do pavimento e infraestrutura, dentre outros, o que possibilita as análises dos efeitos locais de visitação e entrega de produtos, planejamento de rotas, medições de medidas entre pontos e análise dos sentidos de vias de tráfego."

4. LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

Com crescimento populacional em grandes centros urbanos, se torna cada vez mais relevantee importante pensar em estratégias competitivas que garantam melhor rentabilidade para as organizações e a localização das instalações de pontos de distribuição está no cerne desta problemática. A localização de instalações é uma questão logística de ampla abrangência e de grande importância, em termos estratégicos e táticos, para a maior parte das organizações (Vallem Filho,2004).

A importância da escolha da melhor localização das instalações se deriva muita em relação aos altos investimentos necessários para sua aplicação com diz Ballou (2008). A escolha da localização das instalações de pontos de distribuição está alinhada com decisões de longo prazo no planejamento organizacional e deve ser bem planejada para que não haja equívocos e descompassoscom as demandas de clientes das organizações.

Para Mapa, Lima, Mendes (2006), ao deixar de se construir uma instalação em prol de uma momentânea economia, reduz-se as chances de oferta de serviços dificultando então a conciliação entre o trade-off redução de custos e satisfação de clientes.

De tal forma que, com a tecnologia, surgiu-se os sistemas de informações georreferenciadas para auxiliar os tomadores de decisões na melhor formatação sobre a implementação das instalaçõesde seus pontos de distribuição. Esta ferramenta se apresenta uma exponencial utilidade neste processodecisório pela sua grande capacidade em armazenar, exibir e manipular dados espacialmente distribuídos (Mapa, Lima, Mendes, 2006).

5. ROTEIRIZAÇÃO E OS SOFTWARES DE ROTEIZAÇÃO

A roteirização é um problema clássico da pesquisa operacional que vem sendo estudado a algum tempo. Este problema é conhecido como problema de roteamento

de veículos e existem diversos algoritmos para resolvê-los.

O objetivo da logística é minimizar dos custos de movimentação de produtos no tempo (estoques) e no espaço (transportes), como afirma Lopes e Melo (2003). Para os autores, roteirizaçãoé a definição de itinerários a serem percorridos. É uma ferramenta muito útil que pode reduzir os custos e a eficiência operacional, mas depende de base de dados atualizadas e sistemas modernos.

A roteirização permite melhorar a utilização doe veículos, entregar mais com menos, reduzir custos, reduzir a capacidade da rota ou jornada de trabalho, entre diversas outras variáveis que geram impacto no serviço operacional como explana Junior (2013).

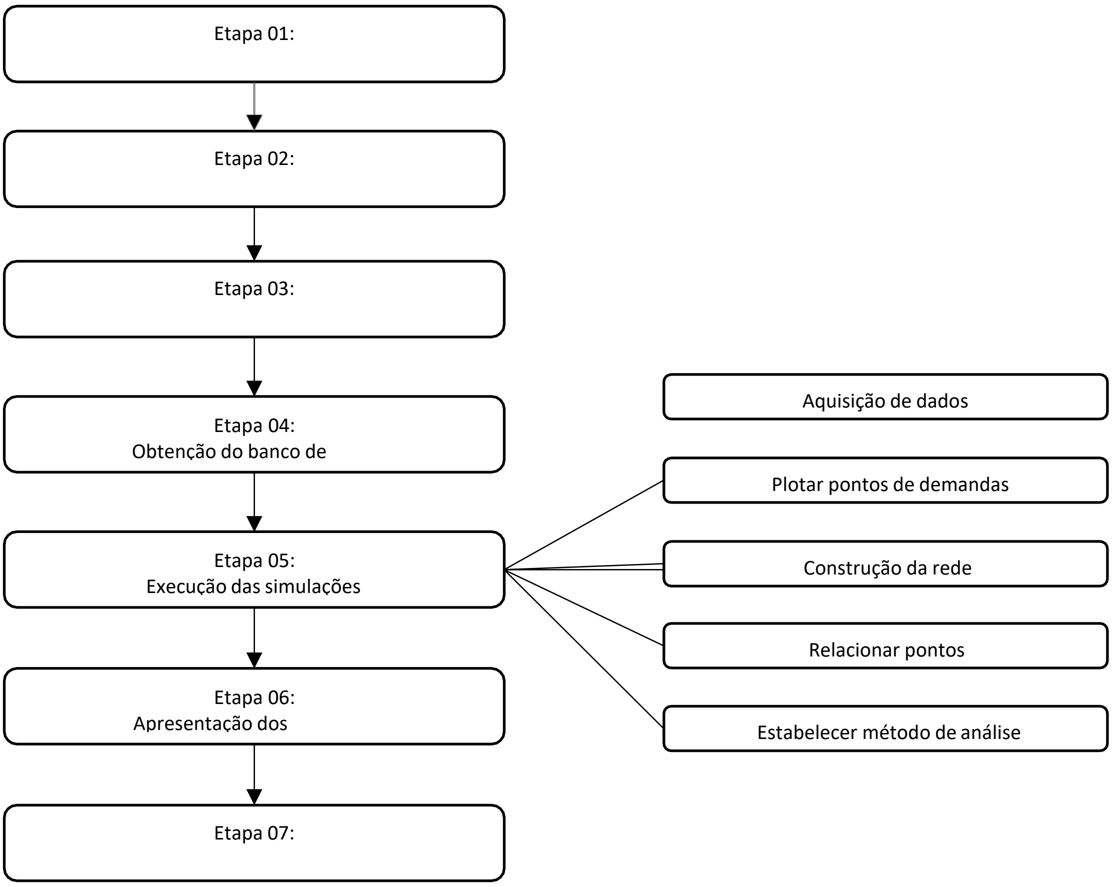
Para aumentara a eficiência do processo de roteirização, foram criados diversos softwares que aplicam métodos de roteirização de acordo com as restrições e condições de cada situação. A roteirização é limitada pelas restrições que o sistema apresenta como o tempo, a capacidade do veículo, recursos humanos, distâncias e outras variáveis.

Segundo Villela *apud* Hall (2013) o quesito chave dos atuais roteirizadores é a integração, ou seja, a roteirização deve integral diversos setores, dados e informações. Cada software possui uma forma diferente de operar, e cabe a cada empresa avaliar quais requisitos são necessários para supriro gerenciamento de seu sistema de transporte e distribuição logística.

6. METODOLOGIA

A figura 01 a seguir esquematiza as etapas metodológicas utilizadas neste estudo.

Figura 01: Fluxograma representativo das etapas do procedimento de análise.



Fonte: Os Autores.

A seguir será descrita cada uma das etapas apresentadas na figura 01.

Etapa 01 – Fundamentação Teórica

Nesta etapa foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a distribuição física em centros urbanos, ferramentas SIG, a localização de instalações e os roteirizadores. Para tal, foram utilizados livros, relatórios governamentais, artigos científicos, dissertações e teses.

Etapa 02 – Escolha do Ambiente de Simulação

Existem diversos softwares livres e de código aberto capazes de auxiliar as simulações propostas. O software utilizado para tais simulações, foi o ArcGIS, plataforma paga, porém, licenciado pelo Instituto Federal de Goiás – Campus Goiânia, onde será lançado os pontos de demandas hipotéticas que foi utilizado nas simulações.

Etapa 03 – Escolha e Caracterização do(s) local(is) em estudo

O local de simulação escolhido foi pautado na cidade de Goiânia, Goiás, Brasil. O principal objetivo desta pesquisa foi fazer um comparativo entre duas distâncias, uma exercida por uma rede de pontos de distribuição atualmente e uma apresentada por um software roteirizador e definir qual teria a menor distância sobre a distribuição de cargas em regiões urbanas.

Etapa 04 – Obtenção de banco de dados do(s) local(is) em estudo

Para obtenção do banco de dados, adquiriu-se o banco de dados da malha viária pelos servidores do site da Sistema de Informações Geográficas de Goiânia <http://www.goiania.go.gov.br/shtml/siggo/> e da base de dados do Open Street Map, https://www.openstreetmap.org/#map=4/-15.13/-53.19, ambos servidores livres e código aberto. Foifeita também uma pesquisa sobre as rotas de distribuição do sobre o trajeto do CD até os pontos de entrega.

Etapa 05 – Execução das simulações

Para realizar as simulações, com o banco de dados já obtidos, fez-se então a construção da rede (definição Arco-Nó); está construção da rede é basicamente a conectividade, direção e sentido das vias, entre os pontos de origem-destino e a rede viária da região estudada.

Partindo deste ponto, foi estabelecido o método de análise, que nesse trabalho foi escolhido aP-Mediana, "O problema das p-medianas pode ser descrito como o de localizar p facilidades (medianas) em uma rede minimizando a soma de todas as distâncias de cada ponto de demanda a suamediana mais próxima" (Integração De Um Modelo De P-Medianas A Sistemas De Informações Geográficas, L. A. No, Lorena).

Etapa 06 – Apresentação dos Resultados

Com as simulações já realizadas, está etapa deve fazer uma avaliação dos dados de retorno (outputs) da metodologia apresentada anteriormente.

Etapa 07 – Análises e Discussões dos Resultados

Nesta etapa, os resultados encontrados das simulações dos cenários foram apresentados de forma a responder o problema de pesquisa. Está etapa apresenta qual das situações apresenta menor distância para a distribuição das mercadorias. Importante ressaltar que este trabalho não aborda nemcontabiliza os custos referente aos pontos de distribuição, como custos administrativos, encargos sociais,

implementação do ponto de distribuição entre outros gastos, e sim as distâncias percorridas, distâncias estas, que podem interferir nos custos logísticos como combustível, manutenção dentre outras variáveis relativas a distribuição física especificadamente o transporte das mercadorias.

7. ESTUDO DE CASO

Como estudo de caso, buscou-se um modelo existente que fosse ideal para a metodologiaproposta. A investigação de um modelo existente teve certos critérios para eleger o cenário escolhido.Neste estudo de caso, visou-se uma rede de pontos de entrega bem conhecida na região e com considerável quantidade de unidades, de preferencias espalhadas ao longo do território da cidade e por fim, devia se localizar na cidade de Goiânia, Goiás Brasil, majoritariamente.

Perante estes critérios, a rede Drogasil, uma rede de farmácias, cumpriu com os requisitos procurados neste estudo, pois esta, possui hoje, 40 lojas espalhadas em diversas regiões e se localizana cidade de Goiânia em Goiás.

O centro de distribuição (CD) desta rede de farmácias não se localiza na mesma cidade em que as unidades de análise se encontraram. Assim como diversos outros centros de distribuição, esseempreendimentos podem se localizar em locais mais distantes, muitas vezes quando municípios próximos apresentarem melhores incentivos fiscais ou infraestrutura de transporte.

O CD da rede de farmácia analisada se localiza na cidade de Aparecida de Goiânia, uma cidade vizinha de Goiânia e participante da mesma região metropolitana. Região esta composta por mais de vinte cidades componentes e atinge mais de 2,5 milhões de pessoas.

A figura 01 a seguir, mostra os pontos onde se localiza as quarente unidades da rede de farmácias, juntamente com a malha viária obtida pelo ArcGIS. O ponto em verde da figura um apresenta a localização do centro na cidade de Aparecida de Goiânia atualmente.

Figura 02 - Malha viária e localização das farmácias e centro de distribuição.



Fonte: Os Autores.

A cidade de Aparecida de Goiânia é uma cidade localizada a vinte quilômetros da capital goiana, Goiânia. Atualmente, é uma cidade com variadas industrias, centros de distribuição, e fábricas, muito devido aos incentivos fiscais realizados ao longo dos anos.

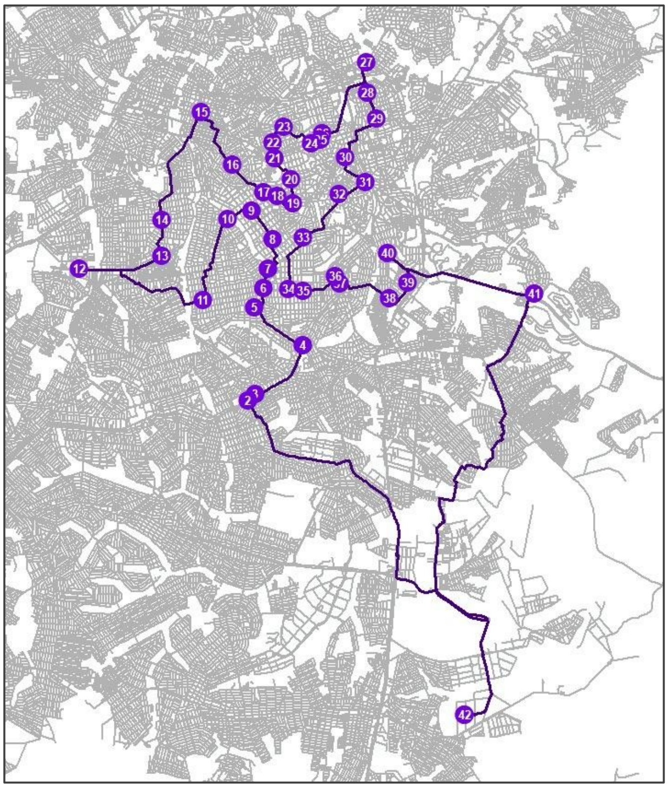
Hoje a cidade conta com o Polo Empresarial de Goiás, relevante conglomerado empresarial que conta com diversas empresas de diversos setores que impulsionam a economia não somente da cidade de Aparecida de Goiânia, como de todo o estado de Goiás.

8. RESULTADOS

Com a caraterização do local de estudo definidos, fez-se as simulações propostas pela metodologia deste estudo. Incialmente, fez-se uma simulação da menor distância percorrida para entrega de mercadorias saindo da atual localização do centro de distribuição, localizado na cidade deAparecida de Goiânia. A figura dois a seguir, ilustra a conformação da rota de saída e chegada hipotética de uma corrida de entrega de mercadorias sem repetir nenhum dos pontos ou rotas.

O software apresentou um output (resultado) levando em consideração a menor distância percorrida de distribuição entre os pontos de entrega sem repetir nenhum dos pontos analisados e respeitando o sentido das vias existentes.

Figura 03 – Circuito de entrega de mercadorias pelo quesito menor distância com atual localização do centro dedistribuição.



Fonte: Os Autores.

Uma das funcionalidades do software ArcGIS é a mensuração de distâncias de uma rota. Pelaanalise de distância aferida pelo software, pôde-se relatar que a menor distância de percurso, saindo da atual localização do centro de distribuição, é de 55,45 quilômetros.

A fim de conhecer a localização que apresenta a menor distância de entrega a todos os pontosdas farmácias analisadas, utilizou-se o programa ArcGIS com a função location-alocation. Estafunção apresentou a localização ideal para realizar as rotas de entrega da rede de farmácias analisada.Os resultados apresentados a cima, refere a configuração atual, como forma de intervenção, destacou-se 3 novos pontos que poderiam ser a nova localização do centro de distribuição da rede de farmácias, destas 3 localizações, descobriu-se qual destes seria a mais vantajosa.

Como critério de localização das possíveis intervenções, preferiu-se localidades dentro da cidade de Goiânia e que fossem, próximas aos pontos de entrega. A figura quatro a seguir, apresentaa localização ideal segundo a análise do software.

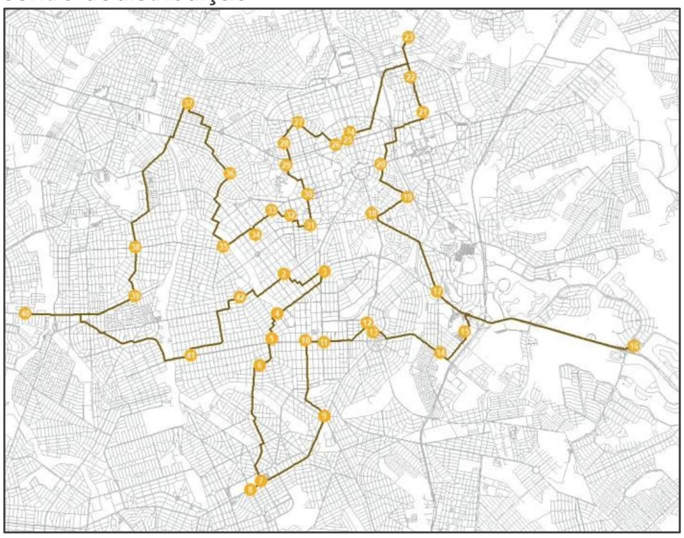
Figura 04 – Localização ideal para um novo centro de distribuição.



Fonte: Os Autores.

Com a nova localização do CD, fez-se uma nova simulação, como critério novamente a menordistância percorrida entre os pontos sem repetir nenhum ponto de entrega. O software apresentou a seguinte conformação de entrega apresentada pela figura cinco.

Figura 05 – Circuito de entrega de mercadorias pelo quesito menor distância com nova localização do centro dedistribuição.



Fonte: Os Autores.

A nova distância de percurso dada pela nova formatação de entrega, é de 41,65 quilômetros percorridos ao longo da malha viária sem repetir qualquer um dos pontos de entrega da rede de farmácias analisadas.

9. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Perante os resultados apresentados, aferiu-se que, caso houvesse uma mudança da localização do centro de distribuição atual, haveria uma redução de 24,89 % das distâncias percorridas, segundo a análise do software ArcGIS. Para o primeiro cenário, a distância de percurso foi de 55,45 km e parao segundo cenário (cenário proposto) foi de 41,65 km. Redução está que poderia impactar nos custos logísticos da distribuição física de mercadorias.

Em um estudo mais aprofundado, seria interessante aferir o tempo médio de descarga de taismercadorias e velocidade média. Também como sugestão, poderia aferir os custos de entrega como os custos com combustível, manutenção, aquisição e desvalorização de veículos caso houvesse.

Para um estudo mais aprofundado a cerca da localização das instalações, aferir os custos de implantação, de mudança de localização e incentivos ficais também permitiria melhor compreensão dos custos da distribuição de mercadorias.

Desta forma, pode-se aferir a importância da localização no quesito distância percorrida pelas corridas de entrega de mercadorias como previsto na bibliografia exposta por Vallem Filho, 2004. Sendo assim, trazendo a localização do centro de distribuição da rede Drogasil para Goiânia, traria vantagens competitivas pois reduzia as distâncias percorridas nas entregas de mercadorias.

REFERÊNCIAS

AULETE Dicionário Digital 2019 Acesso em 26/04/2019 <
http://www.aulete.com.br/roteiriza%C3%A7%C3%A3o >

BULLER, L.S; **Logística Empresarial**, IESDE Brasil S.A, Curitiba Paraná, Brasil, 2009

DUTRA, N, G, S**. O enfoque de 'city logistics" na distribuição urbana de encomendas, Tese deDoutorado,** Universidade Federal de Santa Catarina**,** 2004

ENOMOTO, L.M; **Análise da Distribuição Física e Roteirização em um Atacadista do Sul deMinas Gerais**; Universidade Federal de Itajabá, 2005

GHISI, M,A. et al. **Usos e Benefícios de Softwares de Roteirização na gestão de Transportes, GOVERNO DO BRASIL**, Total de habitantes das áreas urbanas cresce e chega a 84,4% em 2010Acesso em 12/04/2019 <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2011/04/total-de- habitantes-das-areas-urbanas-cresce-e-chega-a-84-4-em-2010 >

JUNIOR, C.A.M et al **O papel da roteirização na redução de custos logísticos e melhoria do nível de serviço em uma empresa do segmento alimentício no Ceará -** XX Congresso Brasileiro de Custos – Uberlândia, MG, Brasil, 18 a 20 de novembro de 2013

LOPES, L. A. S; **MELO**, C. S. Jr. **Roteirização simplificada**. Revista Tecnologística, ano VIII, nº89, 2003. MARINO, Silvia. A voz e a vez dos embarcadores. Revista Tecnologística, ano IX, nº 95,2003.

MAPA, S.M.S.M; **LIMA**, R.; **MENDES**, J.. F. G **Localização de instalações com o auxílio deSistema de Informações Geográficas (SIG) e modelagem matemática,** 2006

MORAIS, L.M. **Padronização da distribuição e roteirização de leite em uma empresa do SulFluminense**, Cadernos UniFOA, 2015

MUKAI, H. *et al*. **LOGISTICA URBANA**, XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção,2007.

NARUO, M.K. **O estudo do consórcio entre municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando sistema de informações geográficas**, Escola de Engenhariade São Carlos, Universidade de São Paulo - USP, 2003

NETO, J.A.S, **Desenvolvimento de uma Aplicação SIG para Análise Logística,** Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, João Pessoa, 2008

SFREDO. J.M. et al. **Análise de fatores relevantes quanto à localização de empresas: comparativo entre uma indústria e uma prestadora de serviços com base nos pressupostos teóricos -** XXVI ENEGEP - Fortaleza – CE - 2006

VILLELA, L. F. T. **Um Estudo de Caso da Utilização de Softwares Roteirizadores em EmpresasMaringaenses –** Universidade Estadual de Maringá - Maringá – Paraná - 2014

CAPÍTULO 07

PERFIL DOS INCÊNDIOS URBANOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Lidianne Pereira Gomes Lucas Barreto
Mestre em Engenharia Civil.
Corpo de Bombeiros Militar do Pará.
Endereço: Castanheira. CEP: 66645-250 Belém/PA. Brasil
E-mail: lidiannegomes@yahoo.com.br

Davidson da Rosa Sales
Engenheiro Civil
Corpo de Bombeiros Militar do Pará.
Endereço: Castanheira, 66645-250. Belém/PA. Brasil.
E-mail: davidsonrosasales@hotmail.com

Wagner Davy Lucas Barreto
Mestre em matemática
Faculdade Pan Amazônica.
Endereço: Cremação. CEP: 66063-00. Belém/PA. Brasil.
E-mail: profwlucas@yahoo.com.br

RESUMO: Um incêndio é considerado um desastre natural, mas por causar sérios impactos sociais na sociedadeele pode ser tratado como um desastre socioambiental. Na Região Metropolitana de Belém a preocupação com as perdas humanas e materiais em decorrência dos incêndios têm aumentado em números e em importância. No período de 2015 a 2018 foram registrados mais de sete mil incêndios nos meses de outubro, novembro e dezembro devido ao aumento das temperaturas na Região. Os locais em que mais ocorreram esses incêndios foram nas edificações comerciais e residenciais devido principalmente à sobrecarga nas instalações elétricas e ligações clandestinas. Neste períodoos incêndios ocorridos nas edificações residenciais do tipo multifamiliares foram menores que nas residências unifamiliares. E apesar da maioria desses incêndios terem se dado nas edificações de alvenaria são nas edificações de madeira que os impactos são mais desastrosos, pois pela falta de uma distância de isolamento entre uma edificação e outra, dezenas de residências são atingidas pelo fogo em um curto intervalo de tempo e dezenas de pessoas são afetadas economicamente e socialmente após o sinistro.

PALAVRAS CHAVES: Edificações, Impactos Sociais, Incêndio.

ABSTRACT: A fire is considered a natural disaster, but because it causes great social impacts on society, it is treated as a socio-environmental disaster. In the Metropolitan Region of Belém, concerns about human and material losses due to fires have increased in numbers and importance. In the period from 2015 to 2018, more than seven thousand fires were recorded in the months of October, November and December due to rising temperatures in the Region. The places where most of these fires occurred were in commercial, residential and educational institutions due mainly to overload in electrical installations and clandestine connections. The fires in multi-

family residential buildingswere 16% lower than in single-family homes. Despite the fact that most of these fires occurred in masonry buildings, it is in wooden buildings that the impacts are most disastrous, because of the lack of an isolation distance between one building and another, dozens of homes are affected by firein a short interval of time and dozens of people are affected economically and socially after the accident.

KEYWORDS: Building, Fire, Social Impacts.

1. INTRODUÇÃO

Um incêndio é considerado um desastre natural por causar grandes impactos na sociedadetanto na ordem social como no meio ambiente (CLARET, 2006). O fogo não escolhe ambiente, basta à presença de material combustível, material comburente e calor para dar início a uma chama. Ao longo da vida útil de todo e qualquer edifício construído há risco de um incêndio e a probabilidade disto ocorrer dependerá da existência de um bom Sistema de Prevenção. Esse Sistemacompreende a instalação de extintores, hidrantes, sprinkles, sinalização de emergência etc. Segundoa Constituição Brasileira, a prevenção e o combate a incêndios urbanos e florestais são de responsabilidade legal dos Corpos de Bombeiros Militares estaduais.

Apesar da legislação no país ter se tornado mais rigorosa ao longo dos anos, os aglomerados,os adensamentos populacionais, a iminência de riscos naturais e as atividades antrópicas queocasionam incêndios florestais e incêndios urbanos ainda fazem parte da rotina diária da grandemaioria das cidades brasileiras (CORRÊA, 2017). Na Região Metropolitana de Belém apreocupação com perdas humanas e materiais em decorrência dos incêndios tem aumentado emimportância e números, principalmente pelo crescimento desordenado das construções na periferia. Uma característica associada à segurança contra incêndio é a incerteza relacionada aos diversos fenômenos ligados a este tema. Para o tratamento dessa incerteza é importante conhecer ohistórico destas ocorrências, pois a partir desse histórico é possível conhecer as principais linhas deincidências, adotar medidas que melhorem a prevenção, criar campanhas de informação esensibilização do público, buscar e introduzir inovações tecnológicas que permitam controlar osriscos mais graves e intervir de forma mais eficaz nos sinistros (PRIMO, COELHO e RODRIGUES, 2008).

O Corpo de Bombeiros Militar do Pará possui um Sistema de Informação que armazena dados acerca das ocorrências de incêndios registrados diariamente em todo o estado. E a partir do acesso a esse Sistema, este trabalho teve como objetivo traçar o perfil dos incêndios ocorridos na Região Metropolitana de Belém durante o período de 2015 a 2018, por meio da aferição, tabulaçãoe interpretação dos dados estatísticos.

Trabalhos estatísticos nas áreas onde ocorreram os incêndios também são importantes para a criação de políticas públicas, melhoria do Sistema de segurança e redução no número deocorrências de incêndios de uma região, pois permite conhecer

as fragilidades, os erros e as deficiências do ambiente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho utilizou o método de investigação quantitativo que segundo Minayo e Sanches(1993), tem como campo de práticas e objetivos trazer a luz: dados, indicadores e tendências observáveis. Os dados estatísticos foram obtidos, processados, analisados e interpretados, por meiodo Sistema de Informação do Corpo de Bombeiros Militar do Pará (SISCOB). O SISCOB é um programa, no qual os bombeiros durante o serviço operacional adicionam as características das edificações, a hora das chamadas, os tipos e as causas de cada incêndio ocorrido.

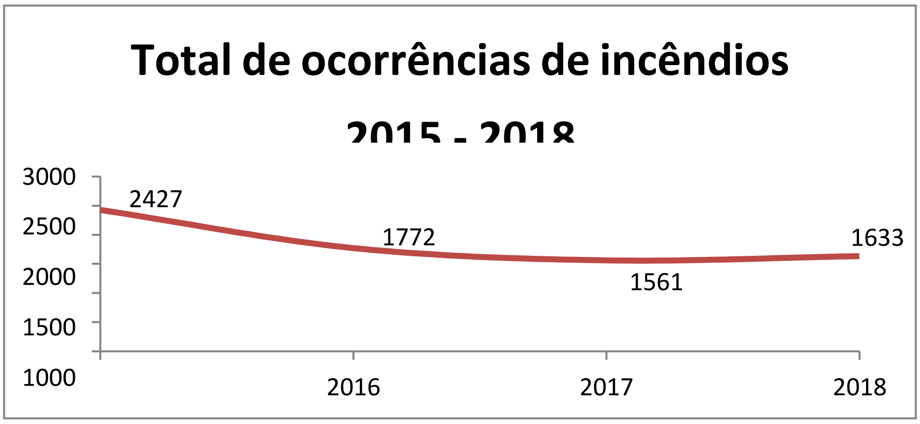
A Região Metropolitana de Belém (RMB) possui 3.566.222 habitantes e é composta por setemunicípios. Em Belém, 54 % de sua população vivem em domicílios localizados em aglomerados subnormais (favelas) e reside em espaços tradicionalmente conhecidos por "baixadas" (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM, 2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

NÚMERO DE OCORRÊNCIAS

Durante o período de 2015 a 2018, o SISCOB registrou 7393 ocorrências de incêndios na Região Metropolitana de Belém. Sendo que no ano de 2015 foram registrados 2427 incêndios; em 2016, 1772; em 2017, 1561 e em 2018, 1633 (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Total de incêndios ocorridos no período de 2015 a 2018



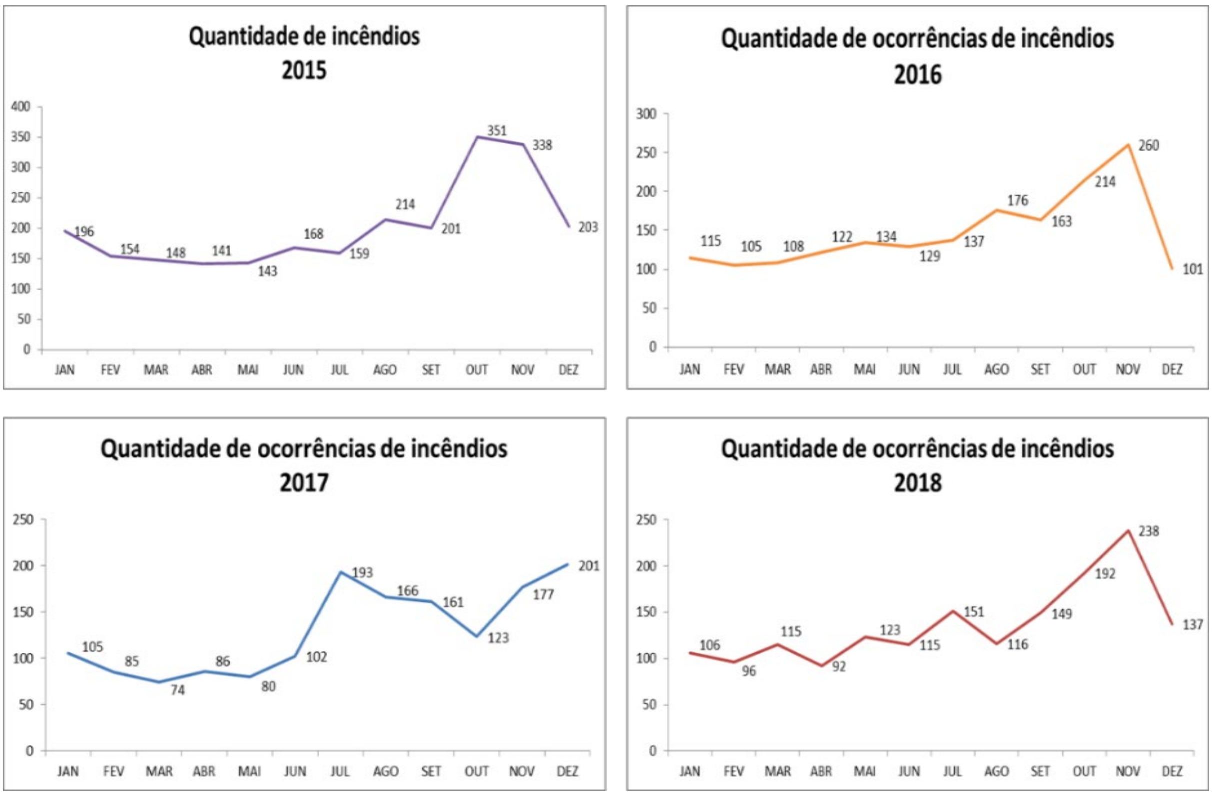
Fonte: Os Autores.

A média de ocorrências de incêndios registradas durante os quatro anos foi inferior a 200 ocorrências/ano. Sendo que no ano de 2017 o número foi bem menor que nos demais anos. Entre osanos de 2015 a 2016 houve uma redução de 37 % e entre 2016 e 2017 a redução foi de 13 %. Mas, entre 2017 e 2018 houve um acréscimo de 4,5 %.

MESES E TEMPERATURA

Analisando todo o período de 2015 a 2018, os meses que mais registraram ocorrências de incêndios foram outubro, novembro e dezembro (Gráfico 2). Este fato pode estar relacionado ao aumento da temperatura na Região Metropolitana de Belém.

Gráfico 2 - Análise mês a mês



Fonte: Os Autores.

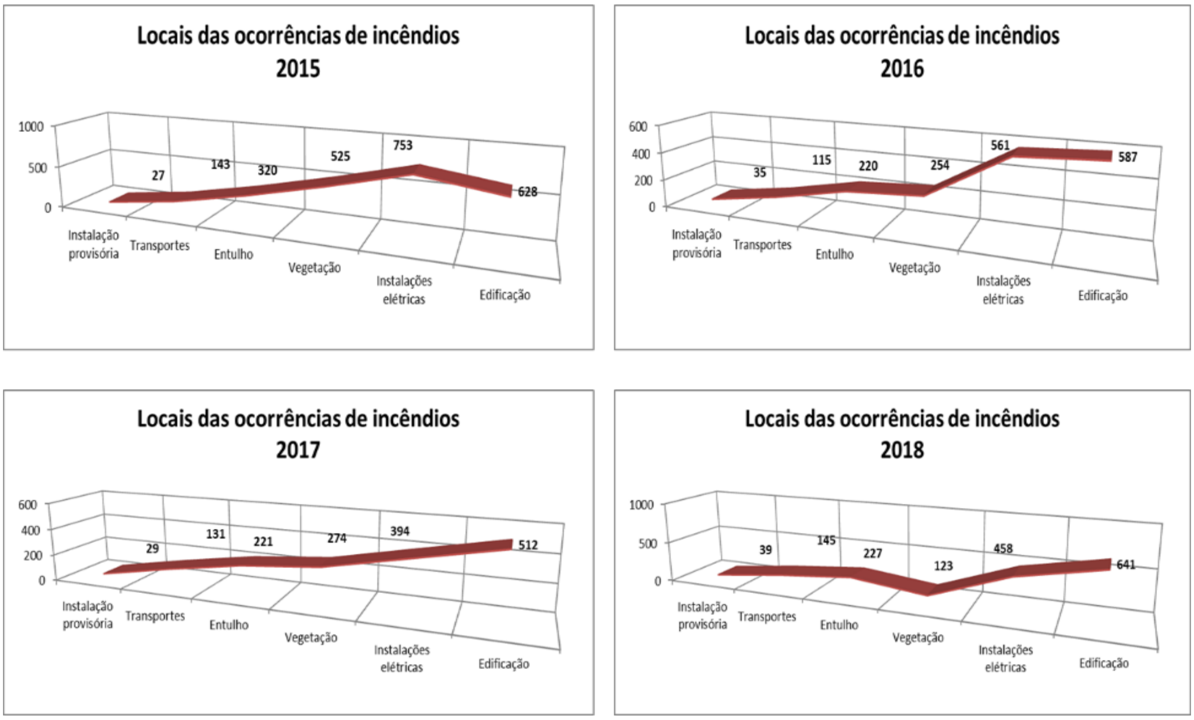
A temperatura média anual na RMB é de 26,5 ºC. As temperaturas mais baixas ocorrem no período chuvoso (entre os meses de dezembro a maio), com o mês de março apresentando a menormédia de temperatura e os menores índices pluviométricos; e as temperaturas mais altas durante o período menos chuvoso (entre

os meses de junho a novembro), com o mês de outubro apresentandoa maior média de temperatura e o mês de novembro apresentando os maiores índices pluviométricos (COSTA, 2001 apud CORRÊA, 2011).

LOCAIS DAS OCORRÊNCIAS

Os locais com maior número de ocorrências de incêndios foram nas edificações, nas instalações elétricas, na vegetação, nos entulhos, nos transportes e nas instalações provisórias (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Locais das ocorrências de incêndios



Fonte: Os Autores.

Os incêndios ocorridos nas edificações residenciais e comerciais na RMB acontecem principalmente naquelas localizadas na periferia, onde há grande quantidade de aglomeradosurbanos construídos muito próximos uns dos outros.

Os incêndios ocorridos nas instalações elétricas se deram principalmente pelo aumento no consumo de energia elétrica em virtude da aquisição de equipamentos que proporcionam confortoe bem-estar, como ar condicionado, ventilador, forno de micro-ondas etc. e que na maioria das vezes não são instalados corretamente provocando curtos circuitos.

Segundo Mendonça *et al*. (2019) a eletricidade é na atualidade um bem

indissociável da sociedade, na qual seu acesso é visto como qualidade de vida. Entretanto, mesmo inerente aos modosde vida da sociedade, nem sempre tal acesso se dá de maneira organizada e segura para toda população, principalmente em regiões carentes tanto das grandes cidades como no campo.

Na medida em que o crescimento urbano acelera, há um aumento na construção de imóveis residenciais (unifamiliar e multifamiliar) e comerciais, ocasionando assim a destruição de áreas vegetadas (CORRÊA, 2011). Em muitos casos áreas destinadas às novas construções são abandonadas e terminam por servir para o acúmulo de entulhos[1].

Durante o período menos chuvoso na região, os moradores da RMB têm o hábito de atearemfogo em entulhos e áreas de vegetação intactas com o objetivo de limpar o local. A média de incêndios em entulhos por ano na RMB é de 247 e em áreas com vegetação é de 370. O perigo ocorre quando esse tipo de hábito foge ao controle da ação humana e se transforma em um incêndiode grandes proporções.

O enquadramento pelo SISCOB na modalidade transportes engloba tanto os veículosterrestres quanto os marítimos. No que tange os veículos terrestres os ônibus são os que mais apresentam princípios de incêndios por se tratar de uma frota precária e deficiente.

As instalações provisórias são aquelas destinadas para serem utilizadas por um curto período.Esses tipos de instalações podem ser arquibancadas, circos, palcos, shows, eventos, convenções, feiras etc. Nos últimos cinco anos a média de ocorrências nestes locais foram de 26 incêndios por ano. Vale ressaltar que a liberação dessas instalações se dá mediante vistoria do CBMPA e que os incêndios ocorridos nestes espaços podem estar associados também à negligência dos usuários durante o evento.

CAUSAS DOS INCÊNDIOS

A junção diretamente proporcional entre o aumento no número de edificações e o consumode energia elétrica tem sido responsável pelas maiores ocorrências de incêndios na RMB. Durante o período de 2015 a 2018 foram registrados 540 incêndios nas instalações elétricas e 592 nas edificações.

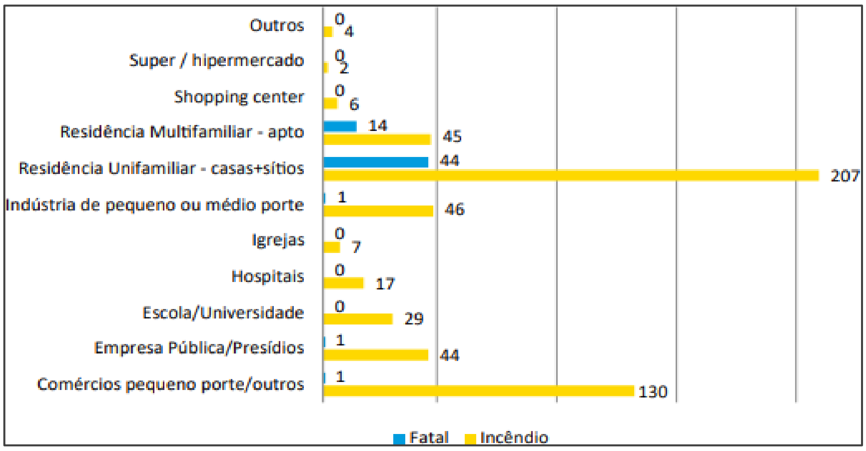
[1] É o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira etc., provenientes do desperdício na construçãoreformam e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes.

As estatísticas nacionais indicam um percentual bastante significativo das ocorrências dos incêndios tendo como fator de ativação as instalações elétricas em qualquer edificação, uma vez queo alto consumo de energia elétrica aumenta os riscos de incêndios por eletricidade, principalmente por sobrecarga (SILVA, 2011).

Esses eventos na maioria das vezes têm início pela sobrecarga em condutores que, ao teremultrapassado seus limites de condução de corrente, aquecem e perdem a isolação, dando origem ao fogo. Segundo a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL), o número de incêndios por curto-circuito reflete a defasagem das instalações elétricas nas edificações.

No Brasil, as ocorrências mais frequentes de incêndios nas edificações se deram através de instalações elétricas mal feitas, curto circuitos, ligações clandestinas etc. (FERNANDES, 2010; GOMES 2014). As edificações que mais apresentaram incêndios devido à sobrecarga nas instalações elétricas foram as residências unifamiliares (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Incêndios por sobrecarga nas diversas edificações brasileiras



Fonte: ABRACOPEL (2018).

Na RMB as causas mais frequentes dos incêndios envolvendo eletricidade foram por fiações elétricas executadas por pessoas inabilitadas, sobrecarga de energia e ligações clandestinas. Segundo a Central Elétrica do Pará (CELPA, 2015) existem cerca de 100 mil ligações elétricas clandestinas somente em Belém. Os famosos "gatos" são registrados em quase toda a cidade e são mais comuns em comunidades de baixa renda.

Segundo Mendonça *et al.*, (2019) diversos fatores podem contribuir para a

utilização de instalações elétricas precárias, como escassez de recursos, falta de conhecimento de normas técnicase construção de casas improvisadas ou invadidas. Desse modo, a necessidade de energia elétrica para iluminação e tarefas de uso diário induzem a prática de instalações que proporcionam risco devida.

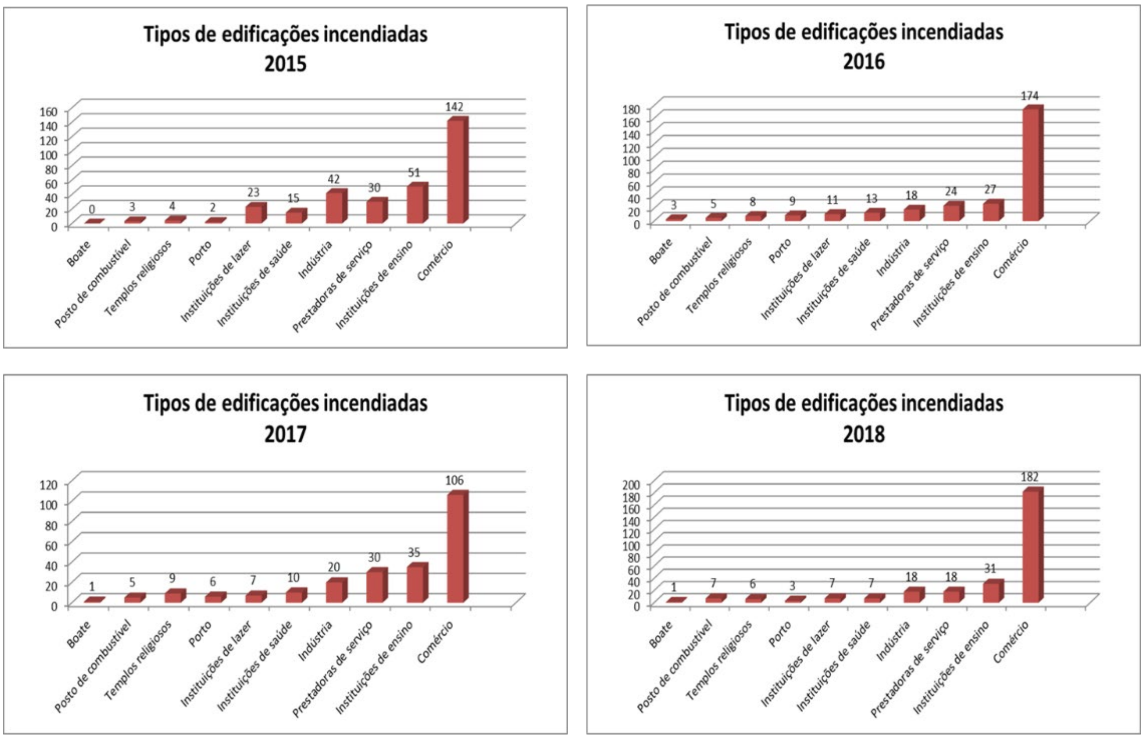
No estado do Pará são aproximadamente 610 mil consumidores de baixa renda. Uma parte dessa população vive em áreas periféricas e não possui condições financeiras suficientes para executar instalações elétricas com qualidade (SILVA, 2011).

Além do que, entre a população de baixa renda é muito comum que os próprios moradores façam reparos e executem as instalações elétricas de suas residências e de pequenosestabelecimentos comerciais. Em geral esses reparos ou manutenções são feitos quando surge algumproblema na fiação elétrica ou quando há ocorrência de curto circuito (FERNANDES, 2010).

TIPOS DE EDIFICAÇÕES INCENDIADAS

Durante o período de 2015 a 2018, os tipos de edificações que mais registraram incêndios foram as comerciais, seguidas das instituições de ensino e prestadoras de serviços (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Tipos de edificações incendiadas



Fonte: Os Autores.

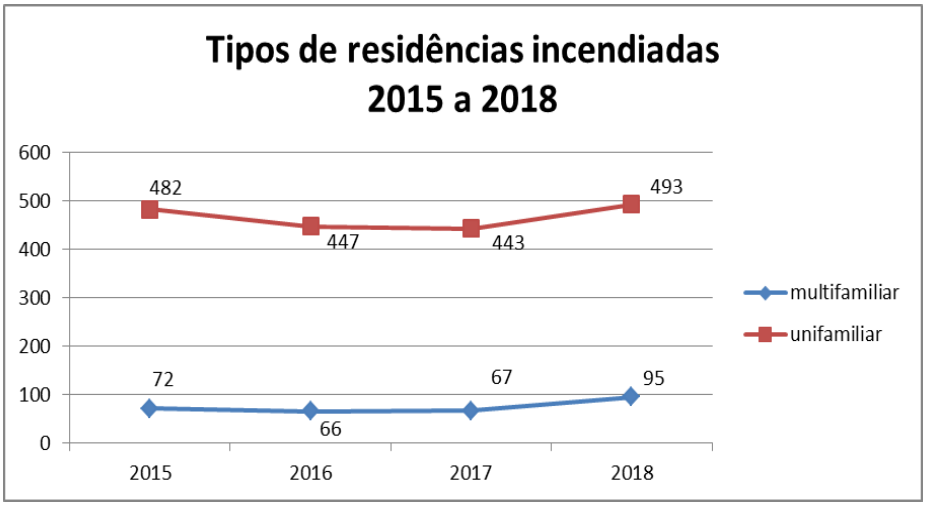
Grande parte das edificações comerciais atingidas pelo fogo está localizada na área comercial de Belém e por se tratar de prédios antigos as principais causas desses incêndios estão relacionadas com as péssimas condições das instalações elétricas desses estabelecimentos.

Quanto às boates e casa de shows, depois do incêndio ocorrido no ano de 2013 em uma boate no município de Santa Maria/RS, a fiscalização nestes estabelecimentos tem sido realizada com mais frequência, principalmente nos itens relacionados às rotas de fuga, equipamentos portáteis decombate a princípios de incêndios (extintores), sinalização de emergência e instalações elétricas (CUNHA, 2016).

TIPOS DE RESIDÊNCIAS INCENDIADAS

As residências familiares são classificadas em unifamiliares e multifamiliares. A primeira édestinada a moradia exclusivamente por uma única família e a segunda por várias famílias. Na RMBentre 2015 a 2018 foram registrados 1.865 incêndios nas residências unifamiliares e 300 nas residências multifamiliares (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Tipos de residências incendiadas



Fonte: Os Autores.

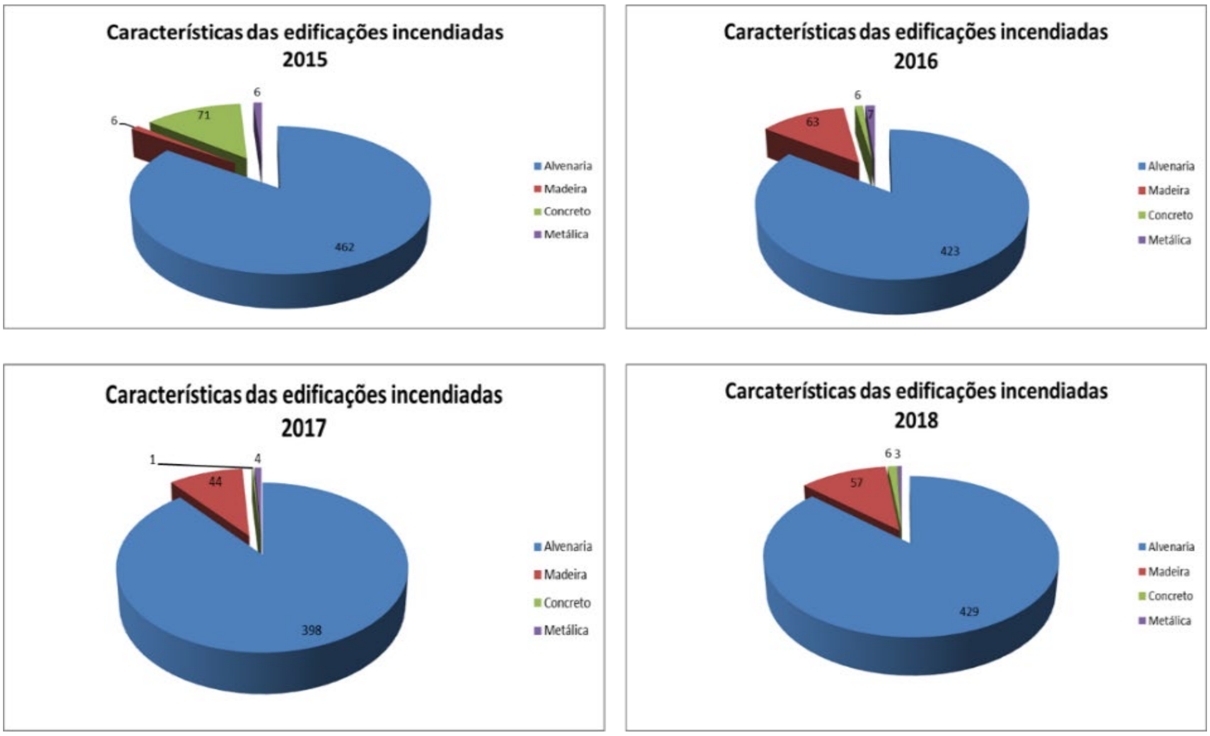
Comparando o número de ocorrências entre os dois tipos de residências pode se observar que a quantidade de incêndios nas edificações multifamiliares é 16 % menor que nas residências unifamiliares. Isto se deve a implantação obrigatória do Sistema Preventivo de Incêndios e Emergências e a fiscalização anual do Corpo de Bombeiros, a fim de verificar o pleno funcionamento deste Sistema nestas edificações.

CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES INCENDIADAS

A paisagem urbana da RMB é marcada pelo contraste social, de um lado a presença cada vez maior de edificações verticais e do outro lado as habitações horizontais localizadas principalmente na periferia. Essas habitações são construidas muito próximas uma das outras e o material utilizado na construção é de baixa qualidade, além da junção de edificações construidas demadeira e alvenaria em um mesmo local.

Apesar da maioria dos incêndios ter ocorrido em edificações de alvenaria, são as edificaçõesde madeira que proporcionam maiores desastres sociais, principalmente pelo fato da madeira ser ummaterial combustível (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Características das edificações incendiadas



Fonte: Os Autores.

Nas edificações de madeira (típicas de favelas), nas quais são constituídas normalmente de telhado de fibrocimento e paredes de tábuas (material de fácil combustão) é comum o abastecimentoirregular de energia elétrica (gatos) ou uso cotidiano de velas, o que aumenta ainda mais o risco deum sinistro.

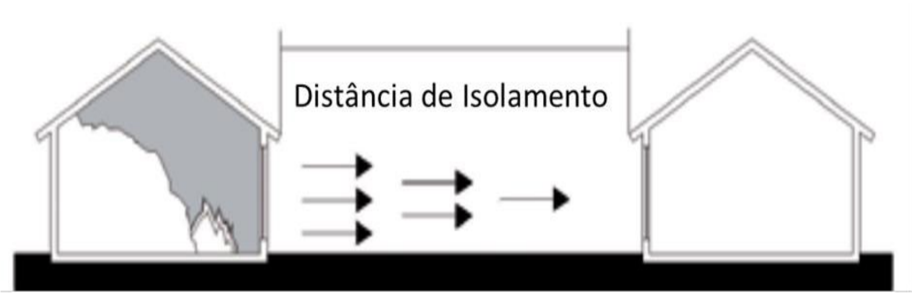
Este tipo de edificações são encontradas facilmente em favelas, cortiços ou “conglomerado de subhabitações”, das quais são compostas por construções precárias feitas quase exclusivamente com materiais combustíveis e equipamentos

em péssimas condições, tornando esses lugares “um barril de pólvora” (DEL CARLO, 2008 apud CORRÊA, 2017).

A madeira em condições normais, não se queima diretamente, primeiro se decompõe em gases que expostas ao calor se convertem em chamas; e segundo por estarem localizadas próximas a outras edificações, também de madeira, e sem a presença de uma distância de isolamento segura (SEITO, 2008).

A queima se apresenta extremamente agressiva, atingindo altas temperaturas em um espaço de tempo reduzido. Outro fator que contribue para o alastramento do fogo nas residências de madeira é a ausência da distância de isolamento de risco (Figura 1).

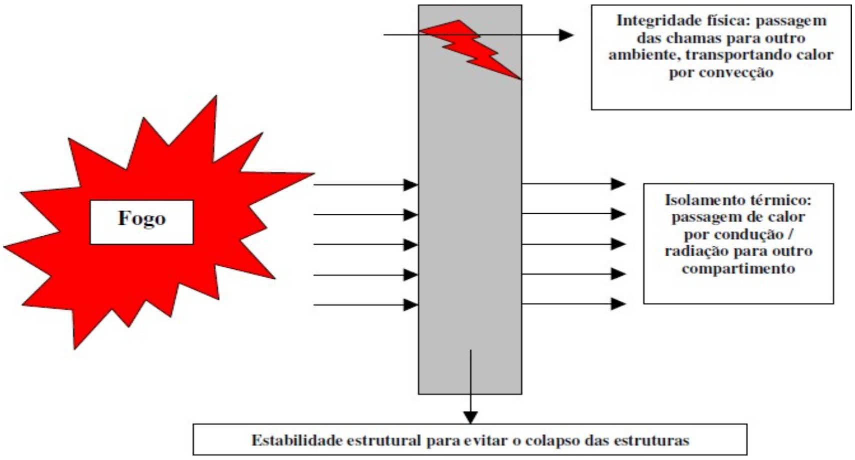
Figura 1 - Ilustração quanto à distância de isolamento entre as edificações.



Fonte: Modificado de Fernandes (2010).

Segundo Marcatti *et al.*, (2008) este tipo de isolamento permite o controle do risco de propagação do incêndio por radiação do calor, convecção de gases aquecidos e a transmissão de chamas, de forma a impedir que o incêndio proveniente de uma edificação (edificação expositora) não se propague para outra (edificação em exposição) (Figura 2).

Figura 2 - Propagação do fogo na estrutura.



Fonte: CUOGHI (2006).

Tanto os pequenos quanto os grandes incêndios nos núcleos urbanos do Brasil são derivantes, em parte, do crescimento não planejado das cidades e da infraestrutura insuficiente de segurança contra incêndio. Os incêndios causados por vazamento de gás de botijões, curto circuitos,manuseio de produtos perigosos em locais inadequados, velas acesas, são alguns dos motivos aparentemente pequenos, mas que se transformam em tragédias (CORRÊA, 2017).

4. CONCLUSÕES

No período de 2015 a 2018, a RMB registrou mais de 7000 ocorrências de incêndios. Os meses que mais registraram ocorrências foram outubro, novembro e dezembro. Este fato pode estar relacionado com a variação sazonal da temperatura média na Região, nos quais as temperaturas maisbaixas ocorrem no período chuvoso (entre os meses de dezembro a maio) e as temperaturas mais altas durante o período menos chuvoso (entre os meses de junho a novembro).

Os locais com maior número de incêndios se deram nas edificações, nas instalações elétricas,na vegetação, nos entulhos, nos transportes e nas instalações provisórias. Na medida em que o crescimento urbano acelera, os problemas surgem. Esses problemas estão relacionados com o aumento na construção de novos imóveis, redução da área verde, construções inacabadas e acúmulode entulhos.

Outro fator aliado ao crescimento urbano são as instalações elétricas deficientes, uma vez que a aquisição de novos equipamentos que proporcionam conforto e bem estar, como ar condicionado, ventilador, forno de micro-ondas etc. na maioria das vezes não são dimensionadas corretamente. As principais ocorrências de

incêndios se deram por curto circuitos, ligações clandestinas e sobrecarga na rede elétrica, principalmente entre os moradores de baixa renda, uma vez que uma boa instalação elétrica residencial e comercial se torna onerosa para os moradores dessas edificações.

Os tipos de edificações que mais registraram incêndios foram as comerciais, seguidas das instituições de ensino e prestadoras de serviços. Grande parte das edificações comerciais atingidas pelo fogo está localizada na área comercial de Belém e por se tratar de prédios antigos as principais causas desses incêndios foram as péssimas condições das instalações elétricas nesses estabelecimentos.

Quanto aos incêndios ocorridos nas residências 84 % ocorreram nas residências unifamiliares, pois nas residências multifamiliares (edifícios) tem-se a obrigatoriedade legal de se implantar o Sistema Preventivo de Incêndios e Emergências, no qual anualmente ocorre a fiscalização do Corpo de Bombeiros, a fim de verificar o pleno funcionamento deste sistema neste tipo de residências.

No que tange as características das edificações incendiadas a maioria dos incêndios ocorreram nas edificações de alvenaria. Mas, são as edificações de madeira que proporcionaram maiores desastres ambientais e sociais, no primeiro caso pelo fato de a madeira ser um material combustível e no segundo caso, por estas residências estarem localizadas nas periferias, não possuírem uma distância de isolamento segura entre uma edificação e outra e o material utilizado na construção ser de baixa qualidade. Sendo assim, independentemente de onde ocorra, um incêndio causa impactos de ordem social e ambiental em todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE. **Anuário estatístico ABRACOPEL. Acidentes de origem elétrica 2019 – AnoBase 2018.** Disponível em: <http://abracopel.org/wp content/uploads/2019/05/Anu%C3%A1rio- ABRACOPEL-2019.pdf>. Acesso em: 12 set.2019

CENTRAL ELÉTRICA DO PARÁ. **Segurança com a rede elétrica deve ser redobrada.** Notícias.2015. Disponível em: <http://www.celpa.com.br/conheca-a-celpa/sala-de-imprensa/noticias>. Acesso em: 18 jan. 2016.

CLARET, A. M. **Risco de incêndio em sítios históricos.** Programa Monumenta (Ministério da Cultura). Série Cadernos Técnicos. v. 5. Brasília. 2006.

CORRÊA. C. **Mapeamento dos incêndios em edificações:** o edifício modal e suas aplicações, comfoco na cidade de Recife. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia e Geociência.Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.Tese. 2017. 134p.

CORRÊA, L. V. Análise dos efeitos térmicos de superfície na cidade de Belém-Pará-Brasil utilizando imagens de satélites. Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências. Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais. Dissertação. 81p. 2011.

CUNHA, L. A. P. **Levantamento dos incêndios ocorridos na Região Metropolitana de Belém tendo como fator gerador:** a eletricidade. Instituto de Ensino de Segurança Pública. Trabalho de Conclusão de Curso. 44p. 2016.

CUOGHI, R. S. **Aspectos de análise de risco das estruturas de concreto em situação de incêndio.** Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. Dissertação. 2006. p.81.

FERNANDES, I. R. **Engenharia de segurança contra incêndio e pânico**. 1ª edição. Curitiba-PR.CREA-PR. 2010. 94p.

GOMES, L. P. L. B. **Incêndios ocasionados por eletricidade na Região Metropolitana de Belém.** Artigo. Universidade da Amazônia. 2014. 12p.

MENDONÇA, M.; SOUZA, L. B.; FINOCCHIO, M. A. F.; CHRUN, I. R.; MELLO, D. E. **Diagnóstico e atenuação de riscos de instalações elétricas em moradias de baixa renda**. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 5, n. 12. 2019. 18p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. **Plano Diretor.** 2012. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor>. Acesso em: 15 jun. 2014.

PRIMO, V., COELHO, A. L., RODRIGUES, J. P. C. **Análise estatística dos incêndios em edifícios no porto, 1996-2006**. In: 1ºForum Internacional de Gestão da Construção – GESCON 2008: Gestão do Processo do Empreendimento de Construção. Editadas pela Secção de ConstruçõesCivis. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. p.268-278. 2008.

SEITO, A. Fundamentos de incêndio e fogo. In: **A segurança Contra Incêndio no Brasil**. SEITOet al., (Org.). São Paulo: Projeto Editora. 2008. p.35- 51.

SILVA, G. A. **Gerenciamento de riscos de incêndios ativados por eletricidade em sítios históricos:** estudo de caso em Ouro Preto-MG. Dissertação. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. NUGEO. 2011. 105p.

CAPÍTULO 08

GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS TRAÇO EM ÁGUAS FLUVIAIS PRISTINAS DE UMA REGIÃO PRESERVADA DO CERRADO BRASILEIRO – INFLUÊNCIA DE PROCESSOS HIDROGEOQUÍMICOSE DA GEOLOGIA

Valéria Regina Bellotto
Doutora em Química pela PUC-Rio
Instituição: Professora Associada do Instituto de Química e do Centro UnB Cerrado da Universidade de Brasília
Endereço: Universidade de Brasília-UnB, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília/DF, CEP:70910-900
E-mail: vrbellotto@unb.br

Victor Hugo Cavalcanti Ferreira
Mestre em Química pela Universidade de Brasília
Instituição: Instituto de Química da Universidade de Brasília
Endereço: Universidade de Brasília-UnB, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília/DF, CEP70910-900
E-mail: vhcferreira@outlook.com

João Bosco Rodrigues Peres Júnior
Doutor em Química pela Universidade de Brasília
Instituição: Instituto de Química da Universidade de Brasília
Endereço: Universidade de Brasília-UnB, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília/DF, CEP70910-900
E-mail: sou_joao@ig.com.br

RESUMO: A distribuição de elementos traço dissolvidos nas águas dos rios: São Bartolomeu, dos Couros e Tocantinzinho, na Chapada dos Veadeiros (GO) foi investigada ao longo do curso principal de cadario, em três épocas distintas: seca, início das chuvas e final do período de chuvas. Foram analisadostambém os cátions e ânions majoritários. As análises de cátions majoritários foram feitas por Espectrometria de Absorção Atômica; enquanto as de elementos traço foram feitas por Espectrometria de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado e dos ânions por Cromatografia deÍons. Os três rios apresentam assinatura geoquímica distinta em relação aos elementos traço e os diagramas de Gibb's indicaram a predominância dos processos de intemperismo no controle da composição química das águas dos rios estudados. As concentrações médias encontradas podem ser consideradas como níveis de base para os elementos investigados, não havendo evidência de contribuições antrópicas relevantes.

PALAVRAS-CHAVE: *Elementos traço, assinatura geoquímica, águas fluviais, áreas pristinas, processoshidrogeoquímicos*

ABSTRACT: The distribution of dissolved trace elements in the waters of the rivers: São Bartolomeu, dos Courosand Tocantinzinho, in Chapada dos Veadeiros (GO) was investigated along the main course of eachriver, in three different periods: drought, beginning of rains and end of rainy season. Major cationsand anions were also

analyzed. The analysis of major cations was performed by Atomic Absorption Spectrometry; while trace elements were performed by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry and anions by Ion Chromatography. The three rivers have a distinct geochemical signature in relation to the trace elements and Gibb’s diagrams indicated the predominance of weathering processes in the control of the chemical composition of the waters of the studied rivers. The average concentrations found can be considered as baseline levels for the investigated elements, with no evidence of relevant anthropic contributions.

KEYWORDS: *Trace elements, river water, preserved area, hydrogeochemical processes.*

1. INTRODUÇÃO

Estudos geoquímicos de sistemas fluviais ao redor de todo o mundo têm sido fundamentais na determinação de como o intemperismo das rochas e os padrões de uso do solo impactam a química dos rios e a qualidade das águas para seus diferentes usos (DOUGLAS, CHAMBERLAIN, e BLUM, 2002). A composição química das águas superficiais é controlada originalmente por vários fatores naturais como a litologia, pedologia, geologia. Desta forma, cada região pode apresentar uma resposta química distinta nos sistemas hídricos (GÜLER *et al*, 2002), uma vez que as águas fluviais interagem com todas as superfícies com as quais entra em contato. Destas interações resulta a sua composição química inicial (ANDRADE, 2009). Compreender essas diferentes interações é de fundamental importância no cenário ambiental, pois representa uma ferramenta importante na gestão de recursos hídricos, possibilitando diferenciar se os efeitos causados a qualidade da água provem de processos naturais ou de fontes antrópicas.

Os estudos geoquímicos, porém, tem se concentrado principalmente em grandes rios (Amazonas, Mackenzie, Mississipi, Ganges, etc), em função, obviamente, da grande importância destes em vários aspectos. Estes grandes rios, por exemplo, suprem a necessidade de água e alimento de grandes comunidades e são responsáveis por carrear e distribuir sedimentos férteis por grandes áreas (GAILLARDET et al, 1997). De outro lado, muitas vezes se torna difícil avaliar a contribuição das diferentes fontes que determinam a composição geoquímica de suas águas, já que muitos fatores importantes, tais como: litologia, geomorfologia, clima, cobertura vegetal e impacto humano, podem variar muito através de seus longos cursos (SHARMA, SINGH e KUMAR, 2012). Os pequenos rios, quando comparados aos grandes rios, em geral fluem através de terrenos com geologia menos diversificada, tem variações de clima mais limitadas e as intervenções humanas podem ser avaliadas de forma mais adequada (NÉGREL e LAHASSGNE, 2000; INGRI, WINDERLUND e LAND, 2005; GURUMURTHY *et al*, 2012; NATALI *et al*, 2016).

Outra questão importante é que os rios pequenos e médios são, em geral, mais facilmente impactados por alterações antrópicas sejam elas físicas ou químicas, em função de apresentarem, via de regra, menores volumes e vazão.

No Brasil, a maior parte dos estudos também tem sido realizada em grandes

rios como o Amazonas e seus afluentes (QUEIROZ *et al*, 2009) e em rios já bastante impactados, sendo escassos os estudos em corpos hídricos ainda preservados (LEITE *et al*, 2010). Já, na região do Cerrado brasileiro, que é considerada como o berço das águas por conter as principais nascentes de várias das principais Bacias hidrográficas do país os estudos são praticamente inexistentes.

O Cerrado abrange uma área de aproximadamente dois milhões de km^2 e abrange os estadosda região Centro-Oeste, além do sul do Pará e Maranhão, interior do Tocantins, oeste da Bahia e Minas Gerais e norte de São Paulo (NUNES et al, 2020)

O presente trabalho apresenta um estudo geoquímico de elementos traço e íons majoritários dissolvidos nas águas de três rios da Chapada dos Veadeiros (GO), uma das áreas ainda preservadasde Cerrado. Estes rios apresentam elevado grau de conservação, o que pode possibilitar o estabelecimento de níveis de base dos diferentes metais outros elementos traço para cada rio, permitindo o monitoramento dos rios e possíveis alterações causadas pela geologia regional, condições climáticas e uso do solo. Esses fatores permitirão uma melhor distinção entre ascontribuições naturais e antrópicas futuras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A Chapada dos Veadeiros é uma região de Cerrado localizada no nordeste do estado de Goiás, ponto culminante do Planalto Central, abrangendo cinco municípios: Alto Paraíso, Cavalcante, Colinas do Sul, São João D'aliança e Teresina de Goiás. A região ainda é em grande parte uma área preservada, porém essa característica vem se modificando com a expansão da agricultura e a pressão para instalação de mineradoras e barragens de rios. Estas atividades são conflitantes quanto à qualidade de água requerida e produzida.

Dentre os vários rios que cortam esses municípios, destacam-se: o Rio São Bartolomeu, o Rio dos Couros e o Rio Tocantinzinho. O rio São Bartolomeu tem sua nascente próxima ao perímetro urbano do município de Alto Paraíso de Goiás e percorre 74 km da região, longitudinalmente em direção leste até o Rio Macacão. O Rio dos Couros nasce próximo ao Morrodo Capão Grosso (1.638 m de altitude), no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e corre 71,5Km pela divisa leste desta

unidade de conservação, até desaguar no Rio Tocantinzinho. Este por suavez, possui nascente próximo à cidade de Alto Paraíso e percorre 184 km até desaguar no lago da hidrelétrica de Serra da Mesa.

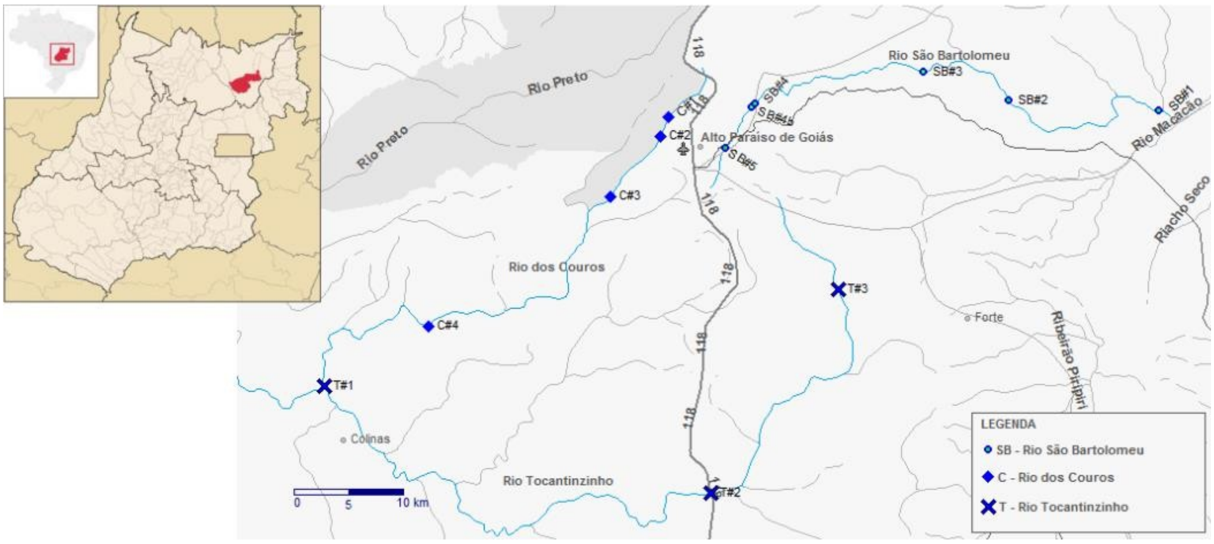
A região está inserida na porção norte da zona externa da Faixa Brasília, que compõe a Província Tocantins, um sistema orogênico do Ciclo Brasiliano, localizada entre os crátons São Francisco a leste e Amazônico a oeste (ALMEIDA *et al*. 1981). As unidades de rocha que afloram na área de estudos, estas unidades pertencem aos grupos Araí, Formação Arraias, Paranoá, Bambuí: Formação Paraopeba e Três Marias.

O regime de chuva é tropical, com estações de seca ocorrendo entre abril e setembro, e a chuva concentrando-se no verão, entre novembro e março, com precipitação anual entre 1.500 mme 1.750 mm. A temperatura média anual varia em torno de 24 ºC a 26 ºC (FELFILI, REZENDE e SILVA JÚNIOR, M. C, 2007).

METODOLOGIA DE COLETA E DE ANÁLISES QUÍMICAS

Foram realizadas coletas de água sub-superficial em diferentes pontos de três rios: São Bartolomeu, Couros e Tocantinzinho (Fig. 1), em três épocas distintas: estação seca (agosto/2011) (coleta 1), início da estação úmida (outubro/2011) (coleta 2) e final da estação úmida (fevereiro/2012) (coleta 3).

Figura 1 - Mapa com a localização da área de estudo e dos pontos de coleta.



Fonte: Os Autores.

Tabela 1. Coordenadas dos pontos de coletas nos rios.

Sigla	**Coordenadas**		**Local**
	Latitude (S)	**Longitude (O)**	
SB1	14°05'14,7'	47°07'33,2"	Rio São Bartolomeu
SB2	14°04'46,3"	47°15'15,2"	Rio São Bartolomeu
SB3	14°02'44,7"	47°20'10,3"	Rio São Bartolomeu
SB4	14°04'00"	47°27'54"	Rio São Bartolomeu
SB4b	14°04'48"	47°28'24"	Rio São Bartolomeu
SB5	14°06'53,4"	47°29'55,2"	Rio São Bartolomeu
C1	14°05'21,4"	47°32'39,2"	Rio dos Couros
C2	14°33'04"	47°33'03"	Rio dos Couros
C3	14°09'36,9"	47°33'37,8"	Rio dos Couros
C4	14°16'33,1"	47°44'55,1"	Rio dos Couros
T1	14°19'51,6"	47°50'10,1"	Rio Tocantinzinho
T2	14°25'41,5"	47°30'24"	Rio Tocantinzinho
T3	14°14'39,4"	47°24'35"	Rio Tocantinzinho

Fonte: Os Autores.

Os parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos- TDS e oxigênio dissolvido) foram determinados *in situ* com uma sonda multiparâmetro (Marca Oakton e Modelo PCD650) previamente calibrada.

As amostras de água foram coletadas com garrafa horizontal de Van Dorn com capacidade de 2 L e filtradas em filtros de membrana tipo HA de 0,45µm de porosidade. As amostras filtradasforam armazenadas em recipientes de polietileno de 250 mL e para as destinadas a determinação decátions foram acidificada com ácido nítrico suprapur® Merck (BATLEY E GARDNER, 1977; DJINGOVA E KULEFF, 2000). Após o procedimento de filtração e acidificação, as amostras eramresfriadas e assim permaneciam até a realização das análises em laboratório.

Os cátions majoritários: Na, K, Ca, Mg e Fe foram determinados por empregando-se calibração externa; enquanto, os elementos traços (Al, Cu, Cr, Mn, Ni, Zn, Cd, Ba, Ga, Sr e Pb) foram determinados por Espectrometria de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS)(*Thermo Scientific* XSeries 2) no laboratório de Geocronologia IG/UnB, empregando-se calibração externa multielementar, utilizando-se ^{191}Ir e ^{193}Ir como padrões internos. Os ânions dissolvidos fluoreto, cloreto, sulfato, nitrato e fosfato foram determinados por Cromatografia Iônica no Laboratório de Geocronologia IG/UnB, empregando-se um Cromatógrafo de íons (881 *Compact ICpro – Metrohm*), através de um detector de condutividade, em uma coluna do tipo: Metrosep A Supp5 - 250/4.0, tendo Na_2CO_3 (3,2 mM)/$NaHCO_3$ (1 mM) como

eluente, fluxo de 0,700 mL/min, pressão de 13,89 Mpa, volume de injeção igual a 20 μL e temperatura de 22,5 °C. Utilizou-se calibração externa. Enquanto, o íon bicarbonato foi calculado por meio de um modelo iônico, empregando-se nos cálculo: a alcalinidade total, a temperatura da água e o pH. A alcalinidade total as amostras foi determinada por titulação com HCl (0,001M), empregando-se o método de Gran (GRAN, 1952).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os valores médios e os desvios padrão dos parâmetros físico-químicos das águas dos três rios investigados.

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão (DP) dos parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, grau desaturação de oxigênio e condutividade elétrica das águas dos rios São Bartolomeu, Couros e Tocantinzinho (Goiás).

Rio		**T (ºC)**	**pH**	**O.D (mg/L)**	**Sat.O.D (%)**	**STD (mg/L)**	**Cond. (µS/cm)**
São Bartolomeu (n=17)	Média D.P.	23,28 1,35	7,09 0,35	7,19 0,50	85,74 5,23	19,01 10,25	39,55 20,09
Couros(n=9)	Média D.P.	22,06 1,57	5,93 0,42	6,54 0,92	77,50 8,51	2,81 0,77	6,38 1,84
Tocantinzinho (n=7)	Média D.P.	23,25 1,17	6,73 0,49	6,90 0,68	82,94 10,34	14,80 10,44	32,09 23,03

Fonte: Os Autores.

Verificou-se pouca variação da temperatura das águas dos rios durantes todo período de estudo.

A concentração de oxigênio dissolvido e o grau de saturação de oxigênio dissolvido são elevados, o que demonstra uma boa qualidade de água em termos de oxigenação. Estes valores altos se devem, pelo menos em parte, à turbulência

proveniente do leito destes tipos de rios, formados principalmente de pedra e seixos rolados, e grande variação geomorfológica e de altitudeao longo dos cursos dos rios (MATEUS e TUNDISI,1988).

A condutividade elétrica média das águas dos rios dos Couros é significativamente menor ($p<0,05$) e menos variável do que nos dois outros rios. Isto se deve, em grande parte, ao tipo de leito do rio dos Couros, formado predominantemente por grandes lages de pedras, que resulta em um menor intemperismo e menor carreamento de íons pelas suas águas.

Na tabela 3 são apresentadas as concentrações médias e os desvios padrões de todos os elementos traço e de ferro nas águas dos três rios investigados, considerando as três coletas realizadas.

Tabela 3 - Concentrações médias de elementos traço e ferro nas águas dos rios São Bartolomeu, Couros e Tocantinzinho,considerando todo o período de estudo. Concentrações em µg/L.

Rio		Al	Fe	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Ga	Sr	Cd	Ba	Pb
São Bartolomeu	Média	14,26	163,1	0,07	14,14	0,17	0,76	3,63	0,59	15,16	0,16	20,61	0,60
	DP	11,31	93,61	0,04	11,72	0,08	1,28	2,96	0,17	10,54	0,22	6,48	1,85
Couros	Média	30,48	86,21	0,10	3,80	0,11	0,57	9,04	0,22	1,21	0,22	7,15	0,24
	DP	8,85	24,66	0,04	2,35	0,05	1,15	4,48	0,12	0,26	0,11	3,96	0,74
Tocantinzinho	Média	4,38	193,6	0,07	24,88	0,11	0,37	9,14	0,19	3,29	0,29	6,45	0,26
	DP	2,45	102,7	0,05	10,08	0,10	0,30	6,54	0,14	2,29	0,21	4,80	0,96

Fonte: Os Autores.

As concentrações médias de Fe, Mn, Sr, Ba e Ga são significativamente maiores ($p<0,05$)nas águas do Rio São Bartolomeu do que no Rio dos Couros. Resultado semelhante foi encontradona comparação entre os Rios São Bartolomeu e Tocantinzinho, com exceção feita para o Mn, queapresentou concentrações médias significativamente mais elevadas ($p<0,05$) no Rio Tocantinzinho.Na comparação entre os rios dos Couros e Tocantinzinho foram encontradas concentrações significativamente ($p<0,05$) mais elevadas de Mn e Fe no Tocantinzinho; enquanto, o rio dos Courosapresentou teores de Al mais elevados. Estes resultados sugerem, primeiramente, uma forteinfluência da geologia local sobre a composição destes rios. O Rio São Bartolomeu, por exemplo, atravessa uma região ocupada pelo grupo

Bambuí formação Paraopeba, que é formado basicamentepor calcarenitos, dolomitos, ritmitos, marga, argilitos, calcarenito odoroso e siltito, o que justifica os valores significativamente mais elevados de Sr, Ba e Ga (CPRM, 2004). Enquanto, o rio dos Couros percorre uma região inserida na Formação Arraias, essencialmente composta deconglomerados, quartzitos conglometáticos, quatzitos feldspáticos; e o rio Tocantinzinho está naárea com predominância de metassiltitos, metassiltito argiloso, metarenitos, quartizitos puro ou micáceo e xisto (CPRM, 2004).

Não foram identificadas diferenças significativas, com nível de confiança de 95 %, nas concentrações médias de Cd, Pb, Ni, Cu e Cr dos três rios estudados, o que sugere que os valores encontrados representam os níveis de base para estes metais, não havendo contribuições antrópicas detectáveis. Além disso, as concentrações de alguns destes metais, encontradas nos rios estudados no presente trabalho, são consideravelmente inferiores àquelas registradas por QUEIROZ e colaboradores (2009) em áreas preservadas de rios da Bacia Amazônica (Solimões e Purus), onde as médias foram de: 2,4 μg/L para Cu e 0,6 μg/L para Cr.

Na tabela 4 são apresentados os dados sólidos totais dissolvidos (TDS), cátions e ânions majoritário.

Tabela 4- Concentrações de sólidos totais dissolvidos (TDS), cátions e ânions majoritários nas águas dos rios SãoBartolomeu, Couros e Tocantinzinho. Concentrações em mg/L.

Rio		TDS	Na^+	K^+	Ca^{2+}	HCO_3^-	Cl^-
São Bartolomeu	Média	19,0	0,52	0,46	4,78	19,9	0,44
	DP	9,33	0,15	0,20	2,70	9,49	0,13
Couros	Média	2,81	0,15	0,27	0,23	1,30	0,35
	DP	0,55	0,07	0,17	0,07	1,05	0,03
Tocantinzinho	Média	14,80	0,27	0,51	3,23	13,96	0,36
	DP	8,87	0,07	0,29	2,27	7,27	0,01

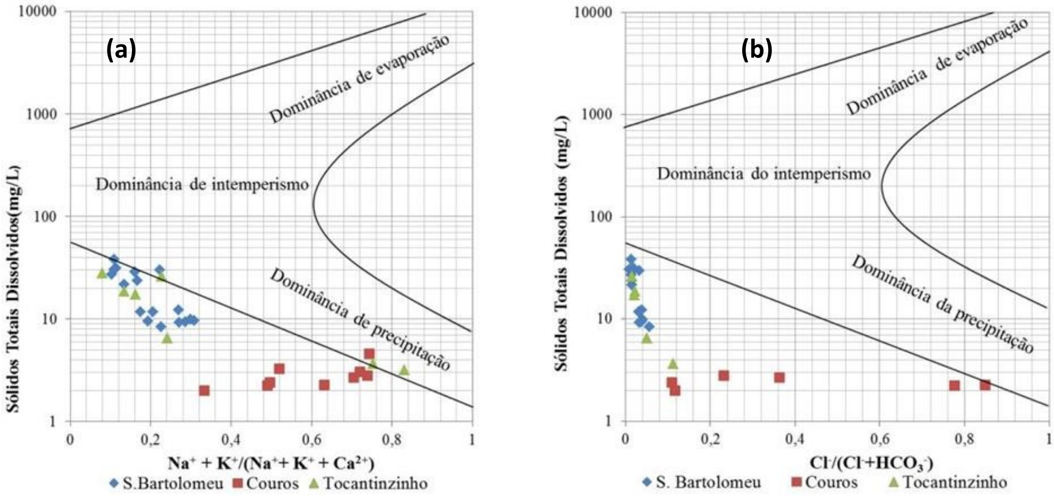
Fonte: Os Autores.

A análise de diagramas de Gibb’s (Fig. 2a e 2b, respectivamente), obtidos com os dados deTDS, cátions e ânions majoritários, corrobora hipótese de um controle natural, segundo a geologia da área, sobre a distribuição dos elementos traços nas águas fluviais da região e indica a dominânciade processos de intemperismo como principal fator controlador da composição química das águas dos rios São Bartolomeu e Tocantinzinho; enquanto, para o rio dos Couros observa-se uma

alternância entre o domínio da precipitação para a no início da estação úmida, tendendo a uma predominância de intemperismo nos períodos de seca e final da estação úmida.

Diversos estudos geoquímicos de sistemas fluviais ao redor de todo o mundo têm demonstrado como o intemperismo das rochas e a geologia local, influenciam de forma determinante a composição química dos rios (FLINTROP *et al*, 1996; DOUGLAS *et al*, 2002).

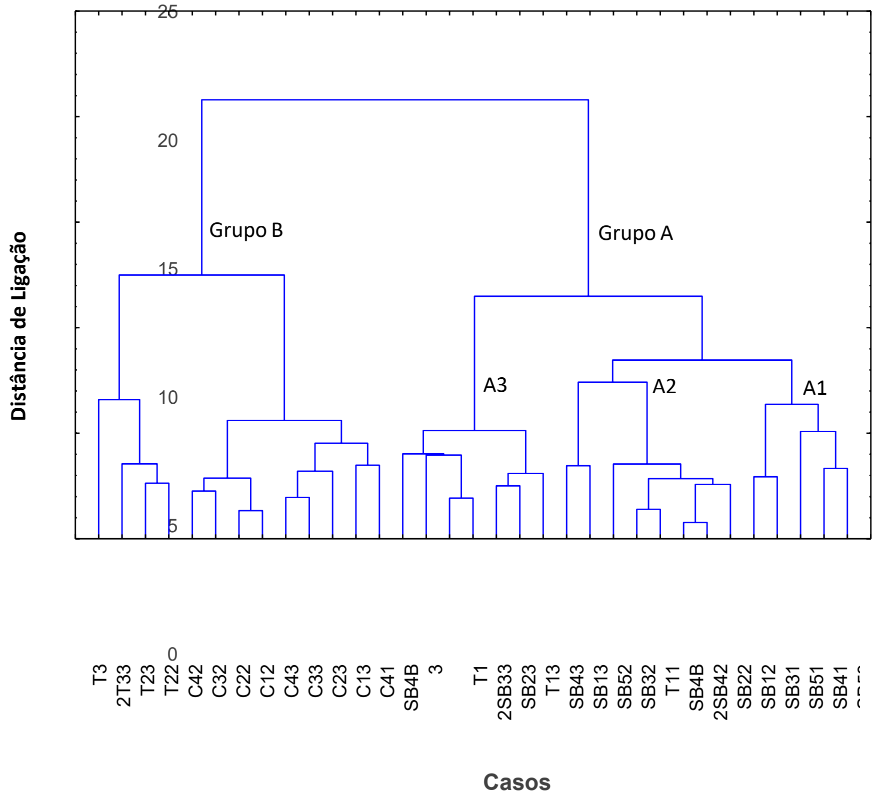
Figura 2. Diagrama de Gibb's representando a razão de: (a) $Na^+ + K^+ / (Na^+ + K^+ + Ca^{2+})$ e (b)$_3$$Cl^-$ / Cl^- + HCO $^-$ para osrios São Bartolomeu, Couros e Tocantinzinho.



Fonte: Os Autores.

Uma análise de agrupamentos (HCA) (Fig. 3) revelou que os elementos traço investigados permitem a distinção dos três rios com relação à composição química, gerando uma assinatura geoquímica para cada um deles. No grupo A, ficaram agrupadas as amostras do rio São Bartolomeu; enquanto, as amostras do Rio dos Couros ficaram agrupadas no subgrupo B1, as amostras do rio Tocantinzinho, em hierárquica sua maioria, no subgrupo B2. Destaca-se ainda que, principalmentepara o Rio Bartolomeu, grupo A, verifica-se a formação de sub-grupos, que mostram uma variaçãosazonal da sua composição química (os últimos números dos códigos dos casos na figura 4 representam o número da coleta). Esta sazonalidade está relacionada ào regime de chuvas da região,com um período de estiagem e outro de chuva, bem marcados.

Figura 3. Dendograma empregando o método de Ward's e distância Euclidiana de ligação (N=33) considerando todos os elementos traço e o ferro para todas as amostras dos rios São Bartolomeu, Couros e Tocantinzinho.



Fonte: Os Autores.

4. CONCLUSÕES

Os rios São Bartolomeu e dos Couros possuem assinaturas geoquímicas bem distintas com base nos elementos traço; enquanto o rio Tocantinzinho, embora também apresente uma composição característica, esta é mais variável. Os modelos estatísticos e geoquímicos empregados permitiram avaliar a influência da geologia sobre a composição química e identificar a predominância dos processos de intemperismo no controle da composição química dos rios estudados. Os resultados levam a concluir que predominam os fatores naturais no controle das concentrações de elementos traço, não havendo contribuição antrópica considerável. Desta forma, as concentrações aqui reportadas para os elementos traço investigados podem ser tomadas como níveis de base para as águas dos três rios estudados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro UnB Cerrado pelo apoio financeiro e bolsa concedida ao segundo autor, a CAPES pela bolsa concedida ao terceiro autor e a

equipe do Laboratório de Geocronologia da UnB, pelo auxílio nas análises de elementos traço, em especial, a profa. Poliana D. Maia pelo auxílio nas análises de Cromatografia Iônica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. & FUCK, R. A. Brazilian Sctructural prohidrológica e hidrogeoquímica do parque estadual do Itacolomi – Ouro Preto/MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. Minas Gerais. Brasil. 2008.

ANDRADE, L. N.; LEITE, M. G. P.; BACELLAR, L. A. P. Influência geológica em assinaturas químicas das águas e solos do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais. Revista Escola de Minas.v. 62. n.2, 2009.

BATLEY, G.E.; GARDNER, D. Sampling and storage of natural waters for trace metal analysis. Water Research, v. 11, p. 745-756, 1977.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Carta geológica do Brasil ao milionésimo – Folha Brasilia SD.23, 2004.

DJINGOVA, R; KULEFF, I. Instrumental techniques for trace analysis, em: Market, B.; Friese, K.Trace Elements: Their Distribution and Effects in the Environment. 1. ed. Amsterdam, 2000.

DOUGLAS , T.A.; CHAMBERLAIN, C.P.; BLUM, J.D. Land use and geological controls on the major elemental and isotopic (δ 15N and 87Sr/86Sr) geochemistry of Connecticut River watershed,USA. Chemical Geology, v.189, p.19-34, 2002. doi:10.1016/S0009-2541(02)00047-5.

FELFILI, J. M.; Rezende, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C. Biogeografia do bioma Cerrado, vegetaçãoe solo da Chapada dos Veadeiros. UNB/FINATEC, Brasília, 2007.

FLINTROP , C.F.; HOHLMAN, B.; JASPER, T.; KORTE, C.; PODLAHA, O.G.; SCHEELE, S.;

VEIZER, J..Anatomy of pollution: rivers of North Rhine-Westfali, Germany. Amer. J.Sci.,v.296, 58098.,1996.

GAILLARDET, J.; DUPRE, B.; ALLEGRE, C.J., NEGREL, Ph. Chemical and physical denudationin the Amazon river basin. Chemical Geology, V. 142:, p. 41-173, 1997. doi:10.1016/S0009- 2541(97)00074-0.

GRAN, G. Determination of the equivalence point in potentiometric titrations—Part II, Analyst, v.77, p. 661-671, 1952.

GÜLER, C.; THYNE, G. D.; MCCRAY, J. E. Evaluation of graphical an multivariate statistical methods for classification of water chemistry data. Hydrogeology Journal, v. 10, p. 455-474, 2002.

GURUMURTHY, G.P.; BALAKRISHNA, K.; RIOTTE, J.; BRAUN; J-J; AUDRY, S.; SHANKAR, H.N.U.; MANJUNATHA, B.R.. Controls on intense silicate weathering in a tropical river, southwestern India. Chemical Geology, v.300-301, p61-69, 2012.

INGRI, J.; WIDERLUND, A.; LAND, M.. Geochemistry of major elements ina pristine boreal riversystem: hydrological compartments and flow paths. Aquatic Geochemistry, v. 11, p. 57-88, 2005.

LEITE, M.G.P; FUJACO, M.A.G.; NALINI JR, H.A.;CASTRO, P.T.A. Influence of geology in the geochemistry signature of Itacolomi State Park waters, Minas Gerais – Brazil. Environ. Earth Sci, v. 60, p1723-1730, 2010.

MATEUS, C. E.; TUNDISI, J.G. Estudo físico químico e ecológico dos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão e da represa Lobo. IN: TUNDISI, J. G.: Limnologia e manejo de represas. São Carlos:v. 1, 506p. 1988.

NATALI, C.; BIANCHINI, G.; MARCHINA, C.; KNÖLLER, K.. Geochemmistry of the Adige river water from Eastern Alps to the Adriatic Sea (Italy): evidences for distinct hydrological componentes and water-rock interactions. Environ Sci Pollutt Res, v.23, p. 11677-11694, 2016.

NÉGREL, P.; LACHASSAGNE, P. Geochemistry of Maroni River (French Guiana) during the lowwater stage: implications for water-rock interaction and ground water characteristics. Journal of Hidrology, v. 237, p.212-233, 2000.

NUNES, R.S.; NUNES, S.S.; COSTA, M.M.; FERREIRA, G.V.S.; OLIVEIRA, R. M.; MARTINS, L.F. Cerrado Goiano:Diagnóstico da relação saúde-ambiente em municípios pertencentes a microrregião de Ceres, estado de Goiás. Brazilian Journal of Development, v.6, p. 44408-44423, 2020.

QUEIROZ, M. M. ANDRADE, HORBE, A. M. C.; SEYLER, P.; MOURA, C. A. V. Hidroquímica do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães – Amazonas – Brasil. Acta Amazônica, v.39 (4), p. 943-952, 2009.

SHARMA, A.; SINGH, A.K e KUMAR, K. Environmental Geochemistry and Quality Assessmentof Surface and Subsurface Water of Mahi River Basin, Western India. Environmental Earth Sciences, v. 65 (4), p. 1231–50, 2012. doi:10.1007/s12665-011-1371-7.

CAPÍTULO 09

AVALIAÇÃO DE UM SECADOR DE BAGAÇO DE CANA COM DOIS ESTÁGIOS DE SECAGEMQUE UTILIZA O CALOR RESIDUAL DE UM GERADOR DE VAPOR: UM ESTUDO DE CASO

José Roberto Rasi
Engenheiro Op. Mecânico pela FEI SBC Especialista em Geração de Energia pela FAZU. Mestre em Estruturas e Construção Civil pela UFSCAR
Instituição: Dipawa Ltda
Endereço: Rod. Comandante João Ribeiro de Barros, Trevo principal s/n, Tupã/SP.
E-mail: jroberto.rasi@gmail.com

Roberto Bernardo
Engenheiro Mecânico pela UNESP. Mestre em Agronegócios e Desenvolvimento pela UNESP.Doutor em Engenharia de Produção pela UFSCAR
Instituição: Faculdades FADAP
Endereço: Rua Mandaguaris, 1010 – Tupã / SP
E-mail: betobernardo@uol.com.br

José Anthero Catanio Pelloso
Engenheiro Eletricista pela UNIFEB Especialista em Engenharia de Avaliação de Bens e Perícias.
Instituição: Granol Industria, Comercio e Exportação S/A
Endereço: Rodovia Roberto Romanini, Km 01 – Osvaldo Cruz/SP
E-mail: anthero@granol.com.br

RESUMO: A bioenergia é uma alternativa importante e que apresenta potencial de substituir parcialmente os combustíveis fósseis. A biomassa, por sua vez, é uma matéria-prima de baixo custo, rápido acesso e com capacidade de armazenamento de grande quantidade de energia. O bagaço de cana é um tipo de biomassa, largamente utilizado como combustível no setor sucroalcooleiro no Brasil. Nesse contexto, o objetivo deste artigo foi realizar um estudo sobre um processo de secagem de bagaço decana-de-açúcar utilizando o calor residual da geração de vapor em uma caldeira como fonte de calor, e consequentemente, melhorando sua eficiência energética. E, como objetivos específicos: i) reduzira umidade do bagaço de cana de 53 a 55 % b.u., por bagaço pré-seco com umidade de no mínimo 32 %; e ii) fornecer o bagaço de cana peletizado, com umidade inferior que 10 % b.u. O método utilizado foi o estudo de caso que analisou um a secagem de bagaço de cana utilizando a separaçãoe secagem parcial da fração grossa para alimentar a caldeira, e a secagem da fração fina alcançandoa faixa de 5 a 8% de umidade (base úmida), e um processo final de peletização do produto. Os resultados indicam que o processo de secagem é operacional e economicamente viável, já a peletização apresenta viabilidade operacional, mas não econômica se comparada a outros sistemas.

PALAVRAS-CHAVE: Peletes de bagaço, Sistemas de secagem, Secador de bagaço de cana.

ABSTRACT: Bioenergy is an important alternative that has the potential to partially replace fossil fuels. Biomass,on the other hand, is a low-cost, fast-access raw material with a large energy storage capacity. Sugarcane bagasse is a type of biomass, widely used as fuel in the sugar and alcohol sector in Brazil.In this context, the objective of this article was to carry out a study on a drying process for sugarcanebagasse using the residual heat of steam generation in a boiler as a heat source, and consequently, improving its energy efficiency. And, as specific objectives: i) to reduce the humidity of the sugarcane bagasse by 53 to 55 % moisture., by pre-dry bagasse with moisture of at least 32 % moisture; and ii) supply the pelleted sugarcane bagasse, with humidity below 10 % moisture. The method used was the case study that analyzed a drying of sugarcane bagasse using the separation and partial drying of the coarse fraction to feed the boiler, and the drying of the fine fraction reachingthe range of 5 to 8 % moisture, and a final product pelleting process. The results indicate that the drying process is operational and economically viable, since pelletization has operational viability,but not economical when compared to other systems.

KEYWORDS: Bagasse Pellets, Drying systems, Dryer sugarcane bagasse.

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, a energia nas suas mais diversas forma e fontes, tem ocupadoum papel de destaque e cada vez mais vem se tornando um bem de consumo necessário e imprescindível à vida da população (PHILIPPI, 2016).

Ao longo de todo o século XX e ainda nas primeiras décadas do século XXI, a produção deenergia foi dominada por combustíveis fósseis, com cerca de 80 % de toda energia produzida no mundo. As maiores participações em termos mundiais são do petróleo com 35,3 %, do carvão mineral com 24,6 % e do gás natural com 20,4 % (GOLDEMBERG *et al*., 2008).

Dados do EPE (2015) mostram que esse cenário é muito diferente para o caso brasileiro, emque as energias renováveis representam cerca de 41,2 % da matriz energética, tendo sua produção oriunda de fontes hídrica, biomassa e etanol, eólica e solar. Fontes provenientes da bioenergia no Brasil tem 29,2 % participação na oferta interna de energia, "com destaque para os derivados da cana-de-açúcar (caldo, melaço e bagaço), a lenha, o carvão, a lixívia e outras fontes renováveis" (MARAFON *et al*., 2016, p. 11).

O crescente interesse pelo desenvolvimento de fontes de energia sustentáveis e renováveis, assim como a melhoria na eficiência dos sistemas que usam energia térmica, pode ser entendido como resultado da combinação de uma série de questões importantes e exaustivamente discutidas nas últimas décadas. Mudanças climáticas e chuvas ácidas são algumas das consequências do esgotamento dos recursos naturais, do desmatamento e do alto consumo de combustíveis fósseis (LI *et al*., 2012).

Dados da Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency*, IEA), de 2014, informam que por volta de 1,3 bilhões de pessoas não possuem acesso à energia elétrica e cerca de 2,6 bilhões dependem de biomassa para cozinhar (PEDROSO, 2018).

Segundo a IEA (2015), estima-se que, em 2040, a população mundial atingirá a marca de 9bilhões de pessoas. Para atender a essa nova demanda, comparando-se ao consumo de 2010, será preciso haver um aumento em cerca de 35% na oferta total de energia. Para isso, será exigido um aumento na diversificação de recursos energéticos e inovações tecnológicas mais eficientes, principalmente no que se refere à preservação ambiental, tornando assim, mais sustentável a matriz energética mundial.

Para Pedroso *et al*. (2018), o mundo terá que gerar mais energia limpa e renovável. A geraçãode energia por meio de biomassa pode ser uma alternativa ao uso dos combustíveis fósseis e das hidrelétricas, diversificando a matriz energética do país e mantendo o seu caráter renovável. Para esse objetivo seja atingido serão necessários novos investimentos, pesquisas, e também estudos de viabilidade econômica para matérias-primas alternativas (PHILIPPI, 2016).

Ao se analisar as energias renováveis do Brasil, verifica-se que existe um grande potencial para a energia da biomassa, em especial advindas do carvão vegetal, lenha e bagaço de cana-de- açúcar (PEDROSO *et al*., 2018). O termo biomassa refere-se a um grupo de produtos energéticos e de matérias-primas renováveis, com origem na matéria orgânica, constituída por meio biológico. Em termos energéticos, biomassa é todo recurso renovável com origem em matéria orgânica, seja vegetal ou animal e, que podem ser usados para geração de energia (SEYE, 2003).

Para Marafon *et al.* (2016), a biomassa é considerada uma matéria-prima de baixo custo, de fácil acesso e, que acumula grande quantidade de energia. É considerada uma das poucas fontes a favorecer a produção de energia em larga escala e de forma sustentável.

A crescente demanda por biomassa pode ser atribuída há duas razões principais. A primeira razão vem do uso demasiadamente primitivo promovido pela extração de combustíveis fósseis comocarvão mineral e petróleo, que se contrapõe ao movimento da sociedade contemporânea. A segundarazão trata das consequências causadas pelas emissões de poluentes, por essas fontes energéticas primitivas, que estão contribuindo para as atuais mudanças climáticas, como o aquecimento global (CORTEZ *et al*., 2008).

A conversão de energia primária contida na biomassa em energias secundárias utilizáveis tem sua distribuição realizada por duas formas: produção de calor de processo associado com geração de energia (cogeração) e produção de combustíveis líquidos (etanol e biodiesel)(MARAFON *et al.*, 2016).

Os processos de cogeração de energia de alta eficiência com biomassa como combustível são usualmente projetados para operar em faixas determinadas de umidade. Operações com umidadealém dos limites de projeto, devido à redução de temperatura da zona de combustão, causa instabilidade no sistema como um todo.

Acarreta ainda, não somente perda de eficiência nos sistemas de combustão, mas também aumento de emissões ambientais e redução da vida útil dos equipamentos pela formação de depósitos de material corrosivo (ANTUNES; OLIVEIRA, 2013).

O teor natural de umidade da biomassa é normalmente alta, variando, no caso de bagaço decana-de-açúcar, entre 50 % e 53 %, na base úmida (b. u.), dependendo da estação do ano (LENÇO, 2010). A energia necessária para a evaporação da água dos combustíveis de biomassa em uma caldeira de combustão, pode ser a energia residual da geração de energia do processo (vapor), contida nos gases de escape, uma vez que em seu grau de temperatura, o calor latente é muito baixo, não tendo capacidade de gerar vapor nas condições de processo (GILBERD; SHEEHAN, 2013).

A biomassa com menor teor de umidade pode minimizar ou eliminar outros problemas de controle de combustão causada por flutuações na umidade do combustível que altera as condições de pressão interna e a relação ar/combustível na fornalha. No entanto, a secagem é um processo intensivo em energia e pode facilmente representar até 15 % do aproveitamento de energia industrial (GILBERD; SHEEHAN, 2013).

Nesse contexto, o objetivo deste artigo foi realizar um estudo sobre um processo de secagemde bagaço de cana-de-açúcar utilizando o calor residual de uma caldeira como fonte de calor, e consequentemente, melhorando sua eficiência energética. Esse estudo ainda procura atender a doisobjetivos específicos: i) reduzir a umidade do bagaço de cana de 53 a 55 % b.u., por bagaço pré- seco com umidade de no mínimo 32 %; e ii) fornecer o bagaço de cana peletizado, com umidade inferior que 10 % b.u.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

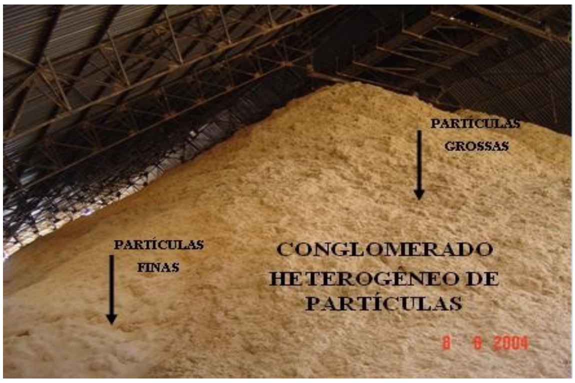
Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre processos de secagem de bagaço de cana-de-açúcar e os equipamentos comumente utilizados. Posteriormente, se apresentou o estudode caso, com as soluções propostas para a secagem do bagaço por meio dos arranjos e necessidades sugeridos.

Nas usinas, após o processo de extração do caldo da cana-de-açúcar (produto principal), sobra o resíduo que é o bagaço da cana. Com o passar do tempo, o bagaço deixou de ser considerado resíduo, ou um subproduto de menor importância, e passou a ser considerado um insumo energéticoimportante. Portanto, para se alcançar um

rendimento eficiente, um aproveitamento adequado de secagem, de geração de vapor, de gaseificação, ou ainda de hidrólise enzimática ou ácida, é necessário conhecer melhor suas características e propriedades. Geralmente o bagaço de cana apresenta aproximadamente entre 48 % e 52 % (b.u.) de teor de umidade (LENÇO, 2010).

Alarcón *et al.* (2006) afirmam que, do ponto de vista físico, distingue-se duas característicasmuito importantes do bagaço de cana: o alto teor de umidade e a grande variedade de tamanho das partículas de diferentes naturezas físicas. Portanto, necessita- se de uma adequada preparação e manipulação do mesmo se quiser fazer um uso adequado e eficiente das múltiplas aplicações que setem, tanto para uso industrial como matéria-prima, quanto para uso na geração de energia. A distribuição granulométrica do bagaço integral é muito variada, vai desde um pó fino até partículas irregulares de tamanhos considerados grande. O bagaço de cana não é um material homogêneo e a sua densidade aparente é muito baixa, reportando valores entre 50 kg/m³ e 96 kg/m³ em base seca, em condições naturais, sem receber nenhum grau de compactação (Figura 1).

Figura 1 – Bagaço de cana armazenado em barracão



Fonte: Gómez (1996)

Segundo Drummond (1996), a composição média do bagaço de cana seco situa-se em faixasde: 40 % a 50 % de celulose; 20 % a 30 % de hemicelulose; 20 % a 25 % de lignina e 1,5 % a 3 % de impurezas (cinzas). Por definição, a fibra do bagaço, formada em média entre 43 % e 52 %, é insolúvel em água, constituindo-se principalmente de celulose.

Para Neiva (1998, p. 79), o bagaço de cana é um material difícil de se manusear por seu “sinergismo do entrelaçamento das fibras, da presença de pó coesivo, e da

larga distribuição granulométrica de ambas as frações, resultando grande tendência de formação de estruturas em arcoque dificultam seu escoamento". É composto por dois tipos de partículas diferentes: uma alongada em formato de fibra e outra constituída fundamentalmente de um pó, que denominaram medula (NEBRA, 1985).

A composição típica do bagaço de cana de acordo com pesquisas do *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de Caña de Azúcar* – ICIDCA (1982), é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição típica do bagaço de cana.

CONSTITUINTES	% EM MASSA
Umidade (base úmida)	48 a 52
Partículas insolúveis fibrosa	40 a 46
Sólidos solúveis	6 a 8
Quantidade de bagaço produzido em relação à cana processada	26 a 29

Fonte: ICIDCA (1982)

O bagaço de cana-de-açúcar tem em sua composição uma granulometria que depende da variedade de cana de origem, do esquema de preparação da moenda na usina e, em grande parte, doestado técnico dos equipamentos que realizam estas operações no período da safra (BEATÓN; SILVA, 1991). A distribuição do tamanho do bagaço de cana é determinada pelo método de peneiras padronizadas. Alguns fatores podem influenciar o resultado da análise por peneiramento, tais como:o tamanho relativo da amostra, o tempo de peneiramento e pelo tipo de equipamento utilizado (MEIRELLES, 1984).

Gómez (1996) obteve os resultados (Tabela 2), utilizando as peneiras padronizadas da sérieTyler para analise granulométrica do bagaço de cana.

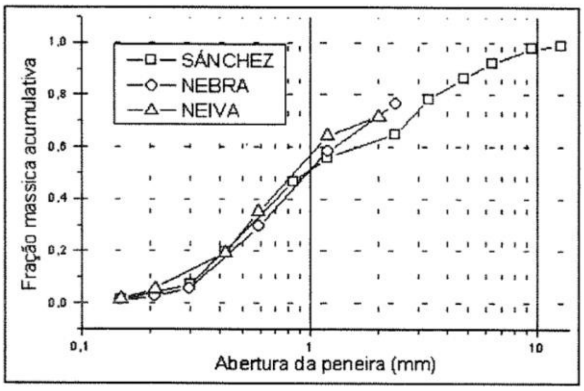
Tabela 2 – Resultado da análise granulométrica do bagaço de cana

Abertura da peneira mm	FRAÇÃO MÁSSICA RETIDA Amostra 1	Amostra 2
0,000	0,01518	0,01107
0,149	0,05899	0,05734
2,297	0,12967	0,12475
0,420	0,28180	0,25754
0,840	0,09533	0,08853
1,190	0,06812	0,11469
2,380	0,15675	0,11670
3,360	0,09017	0,07042
4,760	0,05345	0,06237
6,350	0,03508	0,07646
9,520	0,01026	0,01207
12,700	0,00821	0,01308

Fonte: Gómez (1996)

Para efeito de comparação, Neiva (1998) apresenta um gráfico de granulometria (Figura 2),em que faz comparação entre os resultados obtidos: pelo seu trabalho, e pelos resultados obtidos porNebra (1985) e Sanchez (1994).

Figura 2 – Granulometria do bagaço de cana



Fonte: Neiva (1998)

Ao analisar a figura, observa-se não haver diferenças significativas entre os resultados dos três autores mencionados, principalmente abaixo de 1 mm.

Segundo Neiva (1998), a densidade aparente é uma propriedade com grande dependência do teor de umidade do material. Constatou-se que esta variação é hiperbólica, semelhante ao tabaco. Tendo sido medido a densidade aparente de várias amostras de bagaço, em quatro teores de umidade, chegou a Equação (1) que permite relacionar a densidade aparente (ρ) com o teor de umidade (u), para umidades entre 10 % e 45 %:

$$\rho = 66,2 / (1 - u) \qquad (1)$$

Já Alarcón *et al.* (2006), em seu trabalho para determinação da densidade aparente, a Equação (2):

$$\rho_a = d_p^{-0,315} \qquad (2)$$

Onde: ρ_a = densidade aparente; d_p = diâmetro da partícula

Os valores da densidade aparente das partículas de bagaço de cana, obtidos por Alarcón *et al*. (2006), utilizando a Equação (2), são apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 – Densidade aparente bagaço de cana

DENSIDADE APARENTE	
Diâmetro d_p mm	Valor calculado kg/m³
1,595	52,0
1,015	59,0
0,630	69,0
0,358	87,0
0,253	95,0
0,157	104,0

Fonte: Alarcón *et al.* (2006).

Rasul *et al.* (1999) afirmam que a análise pelo método de peneiramento pode ser realizada com segurança razoável para projetar processos de secagem, combustão, transporte pneumático, entre outros. Para os outros dois componentes do bagaço, as partículas de fibra e as cascas, que são difíceis de se caracterizar utilizando apenas o método da análise da peneira, é necessário utilizar um método alternativo para determinar uma medida característica devido ao seu comprimento. Para essas partículas, a utilização do diâmetro hidrodinâmico equivalente (d_{hed}) é apropriado para muitos requisitos de dimensionamento do sistema. O d_{hed} pode ser determinado medindo a velocidade terminal e a densidade da partícula. A velocidade terminal pode ser medida usando técnica de fluidização. O diâmetro equivalente hidrodinâmico (d_{hed}) das fibras e das partículas de casca foram calculadas a partir da equação (3) usando velocidade terminal medida e densidade de partículas.

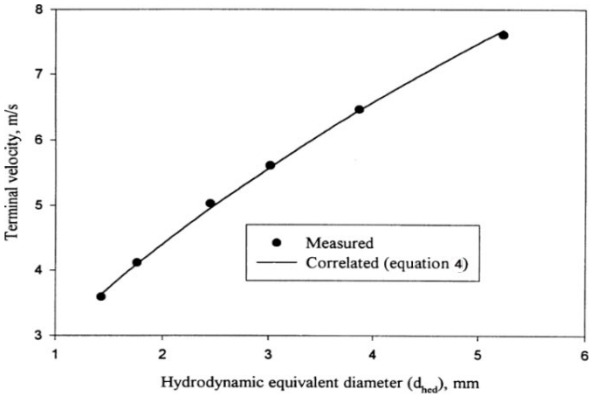
$$U_t\left[\frac{\rho_g^2}{\mu(\rho_p-\rho_g)g}\right]^{1/3}=\left[\frac{18}{(d^*_p)^2}+\frac{0.591}{(d^*_p)^{0.5}}\right]^{-1} \quad (3)$$

Foi observado que Ut dessas partículas aumenta com o d_{hed}, como esperado, com a Equação (4):

$$U_t = 2.96(d_{hed})^{0.58} \quad (4)$$

Esse aumento da velocidade terminal Ut, em função do diâmetro hidrodinâmico equivalente (d_{hed}) é mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Velocidade terminal do bagaço de cana em função do d_{hed}



Fonte: Rasul *et al.* (1999)

Sosa-Arnao e Nebra (2009), ao estudarem a secagem de bagaço de cana para determinaçãoda velocidade terminal das suas partículas, Ut, chegaram à Equação (5).

$$U_t = 31,699 {D_{mp}}^{0,324} \qquad (5)$$

Com o cálculo da velocidade terminal (bagaço de cana) estabelecido como parâmetro possível de mensuração, é possível compará-la com a velocidade de arrasto medida durante a separação da biomassa, por meio da ‘elutriação’ (QUINTERO, 2019). Usualmente, existem duas metodologias de separação para classificação das partículas do bagaço de cana, uma delas é pelo procedimento tradicional e amplamente utilizado que é por peneiramento, considerado rápido e prático, o outra é por elutriação, que é o processo de classificação das partículas pela velocidade dearrasto (YANG, 2003).

Cortez *et al*. (2008 p.32) definem que o poder calorífico de um energético é “a quantidade de energia liberada na forma de calor durante a combustão completa da unidade de massa do combustível, podendo ser medido em kJ/kg ou kcal/kg”. O teor de umidade da biomassa pode influenciar muito a variação do valor desse parâmetro

O valor quantitativo desse parâmetro pode variar muito de acordo com o teor de umidade dabiomassa. Define-se o poder calorífico inferior (PCI), ao invés de poder calorífico superior (PCS), quando não se considera o calor latente de condensação da umidade dos produtos em combustão. Adiferença entre PCS e PCI é a energia requerida para evaporar a umidade presente no combustível e a água de formação obtida a partir da oxidação do hidrogênio do combustível. Para o

bagaço de cana foram desenvolvidas as seguintes Equações (6) e (7) para o cálculo do poder calorífico (HUGOT, 1972):

$$PCS = 19.037 - 42\,Aç - 190{,}4W \text{ (kJ/kg)} \quad (6)$$

$$PCI = 17.791 - 42\,Aç - 200{,}8W \text{ (kJ/kg)} \quad (7)$$

Onde:

W = umidade na base de trabalho;

Aç = teor de açúcar (sacarose) na amostra do bagaço.

Reduzindo a umidade do bagaço de 50% para 0% é possível alcançar um acréscimo de energia da ordem de 92%, pode-se alcançar valores de até 60% diminuindo a umidade para 20%. Assim, pode-se dizer que é mais viável trabalhar com o bagaço de cana com a umidade por volta de 20%, pois se alcançará melhor aproveitamento energético (SILVA; MORAIS, 2008). Os valores do poder calorífico superior do bagaço de cana, são mostrados em cada nível de umidade (Tabela 4).

Tabela 4 – Poder Calorífico Superior x umidade

Umidade (%)	Poder Calorífico Superior (kcal/kg)
0	4.360
10	3.985
20	3.641
30	3.145
50	2.275

Fonte: Silva e Morais (2008)

A câmara de separação gravitacional é equipamento de controle e separação, cujo mecanismo de coleta é a força gravitacional (LISBOA; SCHIRMER, 2007). A câmara de sedimentação gravitacional (Figura 4) possui dimensões suficientemente grandes para que a velocidade da corrente gasosa seja reduzida, em que as partículas em suspensão tenham tempo suficiente para depositar-se.

A câmara de sedimentação possui a vantagem de ser de construção simples, de baixa perdade carga, da ordem de 10 mm de coluna de água, reduzindo o custo de operação. Outra vantagem éa coleta a seco do material particulado. A eficiência de coleta de uma câmara gravitacional simplesé dada pela equação (8):

$$\eta = k\frac{g(\rho_p - \rho_g).L_c.B}{18\mu_g.Q}\phi_p^{\,2} \quad (8)$$

Onde:

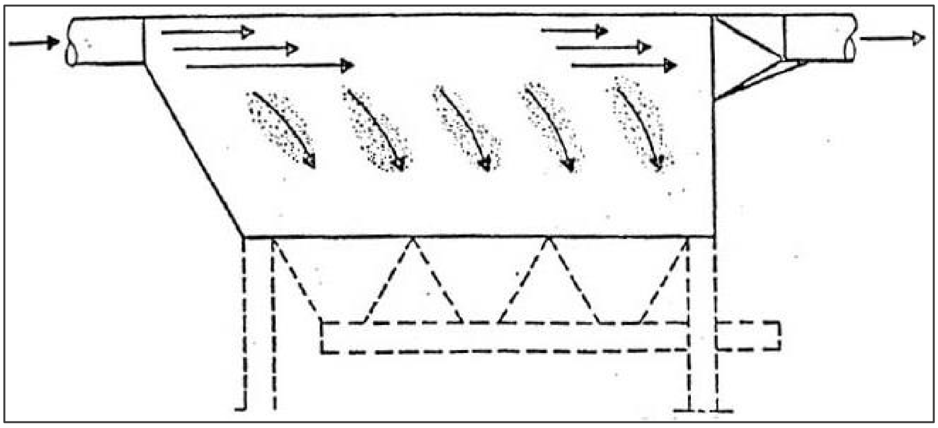
$\O p$ = diâmetro da partícula (μm); B = largura da câmara (m)

Q = vazão de gás (m³/s); G = constante gravitacional (m/s²)

ρg = densidade do gás (Kg/m³); ρp = densidade da partícula (Kg/m³)

μg = viscosidade do gás (Pa.s); K = constante empírica (em geral = 0,5)

Figura 4 – Câmara de sedimentação gravitacional do tipo simples.

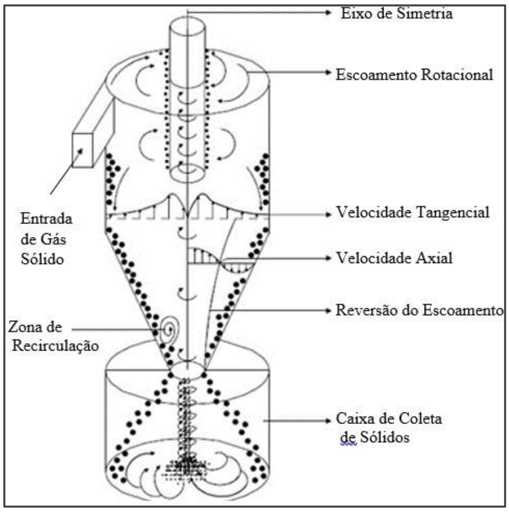


Fonte: Lisboa e Schirmer (2007).

O rendimento das câmaras de sedimentação aumenta quando diminui a velocidade do gás, de modo que tenham tempo de depositar-se, incluindo as partículas menores.

Os equipamentos chamados ciclones, coletores de sólidos, são comumente usados para limpeza de gases industriais há mais de cem anos, A Figura 5 representa o escoamento desenvolvidoem um ciclone com coletor de sólidos. Pode-se observar o esquema de velocidades tangencial e axial, zona de recirculação e reversão de escoamento, presentes em um escoamento em um ciclone(OGAWA,1997).

Figura 5 – Esquema de escoamento de um ciclone.



Fonte: Ogawa (1997)

Para Costa (2007), é no processo de secagem industrial que se realiza a retirada de umidadenos diversos materiais. A remoção da umidade ocorre, em geral, pela evaporação, por transferência de massa e calor entre as fases sólidas e gasosas. A operação de secagem pode estar no meio de umprocesso industrial ou ser a única fase a ser desenvolvida. No processo de secagem é necessário o fornecimento de calor para a evaporação da umidade do material.

Em geral o processo de secagem do bagaço de cana ocorre pela utilização de gás de exaustãode caldeiras, e pode ser por contato direto ou indireto. As vantagens apresentadas pela secagem dobagaço de cana, com aproveitamento da energia dos gases de exaustão de caldeira são:

> Aumento acentuado do poder calorífico inferior (PCI); Diminuição do ar necessário à combustão; Aumento da temperatura das fornalhas; Queima do bagaço em suspensão, quando a umidade for inferior a 38 %, dispensando o uso de grelha basculante; Para uma mesma caldeira, aumento das taxas de combustão e de absorção de calor pelas paredes de água da caldeira, aumentando a taxa de geração de vapor; Diminuição das perdas de combustão incompleta (aumento da eficiência de queima); Redução de emissão de cinzas para a atmosfera de 10.000 mg/Nm³ para menos de 300 mg/Nm³; Redução de perdas em estocagem de bagaço úmido; Com a secagem do bagaço, podem-se prensar fardos de bagaço. Esta prensagem conduz a um aumento de densidade em até 3 vezes de fardos pré-secos e em até 6 vezes de briquetes ou *pellets* com teor de umidade de 12 a 15 % para reduzir custos de armazenamento e transporte (CORRÊA, 2003, p.7).

A secagem do bagaço de cana-de açúcar, quando em realizado em um sistema integrado, permite vantagens ao ser comparado a outras opções, pois melhora o aproveitamento de energia. Desse modo, os gases saem pela exaustão da caldeira

mais frios que em outros processos (ARRASCAETA; FRIEDMAN, 1984; KINOSHITA, 1991). Essa vantagem também foi apontada por Edwards (1981), ao fazer uma comparação entre a temperatura final do gás de combustão, come sem secador, em relação à eficiência da caldeira (Tabela 5).

Tabela 5 - Temperatura final de combustão e eficiência da caldeira

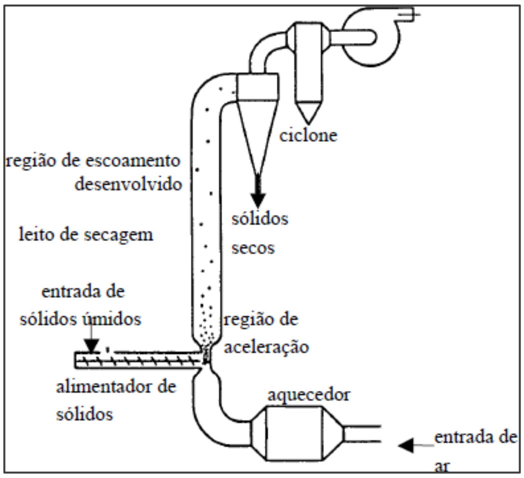
Temperatura dos gases de exaustão (ºC)	Eficiência da caldeira (%)	Presença de secador sim / não
390	54	não
310	59	não
250	63	não
200	66	não
140	69	sim

Fonte: Edwards (1981)

A pré secagem do bagaço de cana reduz o consumo de bagaço na caldeira de geração de vapor em até 16 % e aumenta a geração de vapor em até 24 %, facilitando as condições operacionaisda caldeira, com menor flutuação de pressão de vapor (GILBERT; SHEEHAN, 2013).

Segundo Faria (1986), o secador pneumático (tubo de flash) é um equipamento formado porum tubo vertical, no qual a secagem ocorre enquanto o material úmido é transportado por uma corrente de gás quente (Figura 6).

Figura 6 - Esquema de um secador pneumático



Fonte: Narimatsu (2004).

As partículas de bagaço fino são transportadas secas. A velocidade relativa entre o gás e as partículas de bagaço é elemento relevante para a transferência de calor e de massa no processo de secagem pneumática, obtendo um efeito importante

na seção de entrada, em que a maior parte da secagem se faz nessa seção e na região próxima à alimentação dos sólidos. Para uma mesma temperatura do gás, essa velocidade aumenta no tubo vertical com o aumento do diâmetro dos sólidos, sendo vantajoso quando são de partículas de tamanhos variados onde os sólidos de maior diâmetro secam mais lentamente, permanecendo mais tempo no secador. O material seco é comumente separado da corrente de ar por meio de ciclones.

ESTUDO DE CASO - GRANOL

O presente trabalho foi desenvolvido na empresa Granol Indústria, Comercio e Exportação S/A, filial de Osvaldo Cruz - SP, mais especificamente na instalação de secagem e peletização de bagaço de cana, da Usina de álcool, Central Álcool de Lucélia - SP. Devido a fatores econômicos e operacionais como o aumento da capacidade de esmagamento de soja e a decisão de substituir de forma integral o carvão mineral, a empresa decidiu investir no bagaço de cana-de-açúcar '*in natura'* como combustível para geração de vapor nas caldeiras. Em função do alto volume de bagaço produzido pela usina e pela limitação de espaço, apenas uma pequena parte do estoque ficava armazenada em silos e a maior parte, portanto, acabava sendo depositada a céu aberto. Com este tipo de armazenamento exposto a intempéries, ocorria perda anual de mais de 25 % do material, acarretando prejuízo financeiro, problemas operacionais e ambientais pela necessidade de descarte de parte do bagaço já em decomposição.

Com a intenção de solucionar os problemas relatados, a Granol decidiu construiu um secadorde bagaço de cana em parceria com a usina de álcool, Central de Álcool de Lucélia Ltda. Os objetivos seriam de melhorar a parte operacional do bagaço, seja no transporte, no armazenamentoe na conservação do mesmo, além de aumentar a eficiência das caldeiras.

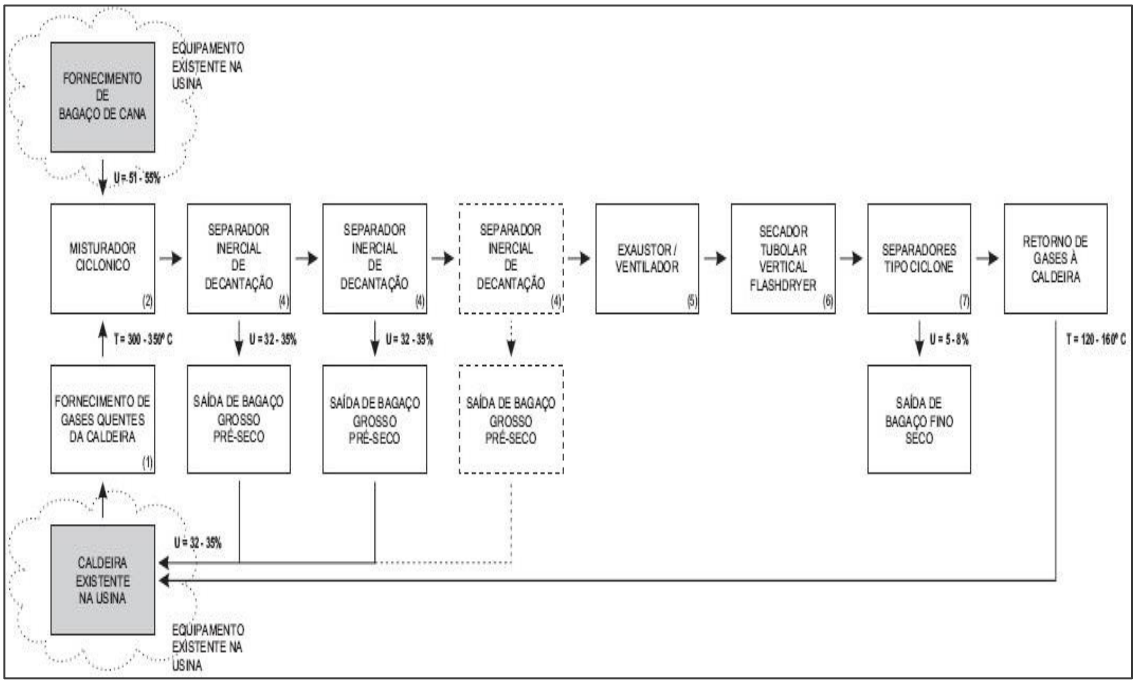
O secador de bagaço, projetado e construído pela Granol, é constituído de um misturador ciclônico rotativo, duas câmaras de separação inercial (separadores gravitacionais), um secador pneumático vertical, três separadores ciclônicos, transportadores mecânicos tipo rosca sem fim, transportador de arraste e granuladoras tipo peletizadoras. As características operacionais do secadorde bagaço são:

- Capacidade máxima de processamento de bagaço a 50 % b.u.: 24,00 t/h;
- Capacidade máxima de pré-secagem (1º estágio) a 32 %-35 % b.u.: 16,00 t/h;

- Capacidade máxima de secagem (2º estágio) a 5-8 % b.u.: 8,00 t/h;
- Temperatura de entrada dos gases, no secador: 300°C a 350 °C;
- Temperatura de saída dos gases, no secador: 120°C a 160 °C;
- Vazão dos gases de secagem: 180.000,00 m³/h;
- Capacidade máxima de peletização de bagaço a 8 % -12 % b.u.: 8,00 t/h;
- Potência máxima consumida, na fase de secagem: 155,00 Kw;
- Potência máxima consumida, na peletização: 330,00 Kw, e
- Potência máxima consumida, em operação: 485,00 Kw;

O fluxograma completo do processo de secagem de bagaço de cana, projetado e construídopode ser visualizado na Figura 7.

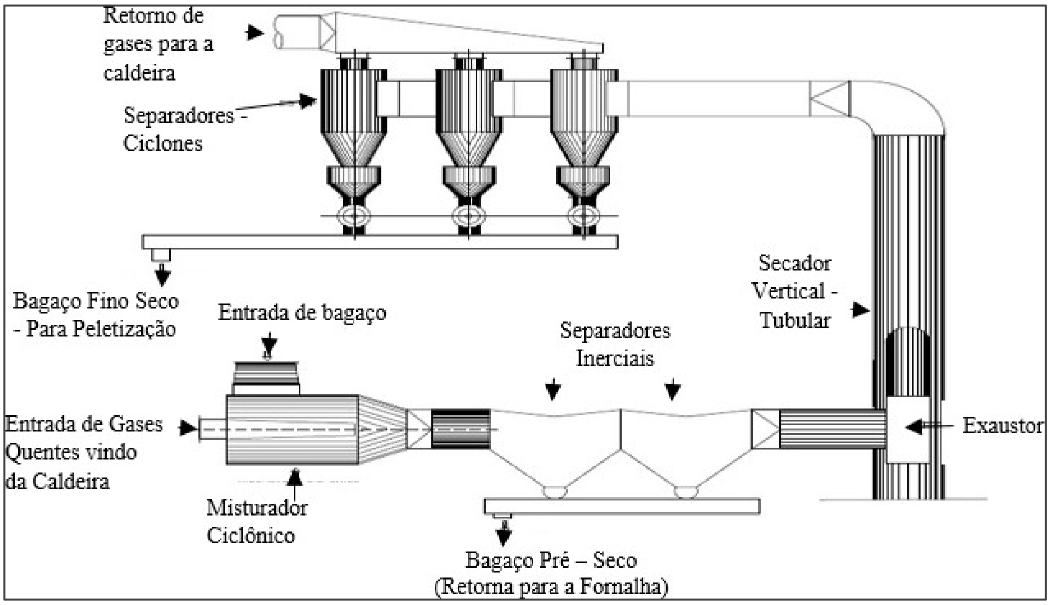
Figura 7 – Fluxograma do processo de secagem de bagaço de cana-de-açúcar Granol.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A vista lateral do secador de bagaço é mostrada na Figura 8.

Figura 8 – Vista lateral do secador de bagaço Granol.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 9 mostra a lateral do secador de bagaço de cana em operação.

Figura 9 – Secador de bagaço em operação



Fonte: Arquivo pessoal.

2. RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados levantados em campo, como as temperaturas e umidades do bagaço de cana nos setores do secador de bagaço. A vazão dos gases de secagem e a quantidade de bagaço de cana foram mantidas fixas. A Tabela 6 mostra a umidade do bagaço de cana-de-açúcar nas partes do secador em função de três temperaturas de entrada dos gases no misturador ciclônico.

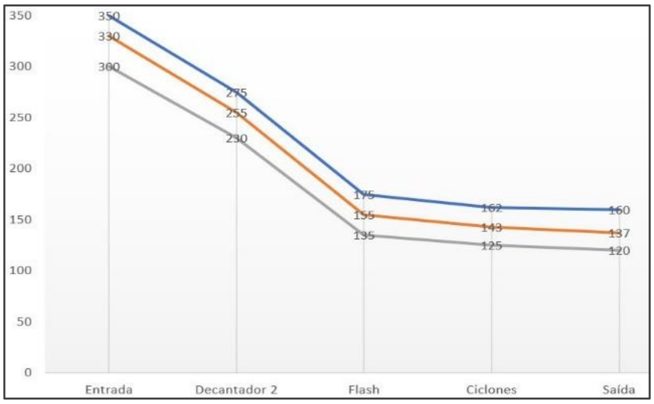
Tabela 6 – Resultados das umidades do bagaço x temperatura

Setor do secador	350 ºC		330 ºC		300 ºC	
	Gás ºC	Bagaço % b.u.	Gás ºC	Bagaço % b.u.	Gás ºC	Bagaço % b.u.
Entrada do misturador	350	55	330	55	300	55
Decantador 2	275	32	255	64	230	35
Tubo de Flash	175	8	155	10	135	12
Ciclones	162	7	143	9	125	11
Saída para chaminé	160	5	137	6,5	120	8

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados obtidos na Tabela 6 são demostrados nos gráficos a seguir, a Figura 10 mostra a distribuição das temperaturas em cada setor de secagem. As curvas: em azul representa a entradados gases a 350 ºC; vermelha a 330 ºC e cinza a 300 ºC.

Figura 10 – Variação da temperatura de secagem

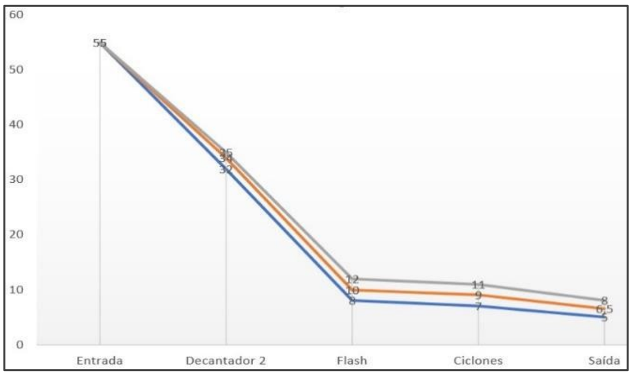


Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 11 mostra a variação das umidades do bagaço de cana em cada setor de secagem.

As curvas: em azul representa a entrada dos gases a 350 ºC; vermelha a 330 ºC e cinza a 300 ºC.

Figura 11 – Variação da umidade do bagaço

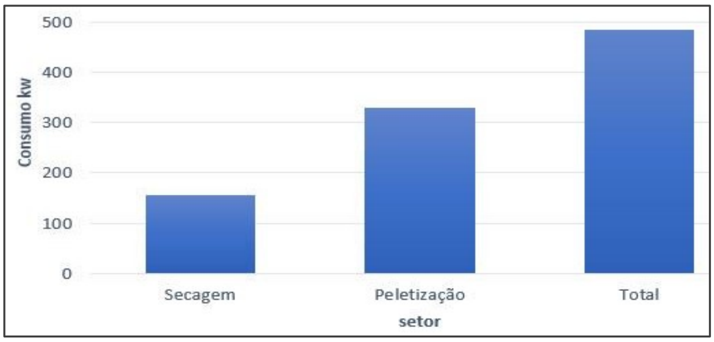


Fonte: Elaborado pelos autores

Os setores principais do secador de bagaço com acionamento por energia elétrica possuemos seguintes consumos máximo (Figura 12):

- Potência máxima consumida, na fase de secagem: 155,00 kW;
- Potência máxima consumida, na peletização: 330,00 kW, e
- Potência máxima total consumida, em operação: 485,00 kW

Figura 12 – Consumo de energia elétrica por setor.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os peletes de bagaço de cana-de-açúcar produzido no secador de bagaço (Figura 13), comas seguintes características de acordo com Gomez (1996):

- Umidade (base seca): 10,23 %
- Voláteis (base seca): 83,47 %
- Cinzas (base seca): 2,18 %
- Carbono fixo (base seca): 14,35 %
- Poder Calorífico Superior PCS (base seca): 18,98 MJ/Kg
- Densidade aparente (U = 10,23 % b.s.): 587,48 Kg/m³

- Diâmetro médio: 10 mm; comprimento médio: 15 mm.

Figura 13 – Peletes de bagaço de cana-de-açúcar produzido pelo secador.



Fonte: Arquivo pessoal.

Atendendo a um dos objetivos específicos da pesquisa que era o de fornecer o bagaço de cana peletizado, com umidade inferior que 10 % b.u., trouxe como resultado a otimização operacional dos peletes. No entanto, se percebeu um alto consumo de energia para atingir o formatocompactado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu compreender que o método proposto para a secagem do bagaçode cana-de-açúcar para posterior alimentação da caldeira da usina de Álcool, não só proporcionou uma melhor eficiência energética, como também com possibilitou uma grande otimização operacional com a peletização do bagaço.

Além disso, o método proposto e implantado, com a secagem de bagaço de cana utilizando a separação e secagem parcial da fração grossa para alimentar a caldeira e a secagem da fração finana faixa de 5 a 8 % de umidade (base úmida), para peletização, mostrou-se tanto tecnicamente quantoeconomicamente viáveis.

Constatou-se ainda que os dois tipos de secadores combinados corretamente para o secadorde bagaço; sendo o secador rotativo (misturador ciclônico) e o secador pneumático vertical, atingiram aos objetivos propostos, porém alguns estudos sugerem que poderia ser incluído no trabalho que os ciclones separadores de finos, atuassem como um terceiro tipo de secador, promovendo a secagem final da fração fina do bagaço de cana.

Destaca-se, por fim, que o processo de secagem do bagaço de cana

apresentou um consumode energia elétrica considerado baixo, representado por uma potência consumida da ordem de 155 kW. No entanto, para um dos objetivos específicos que previa a peletização, o consumo de energia foi considerado alto (potência consumida da ordem de 330 kW) quando comparado a outros sistemasde compactação já disponíveis no mercado.

REFERÊNCIAS

ALARCÓN, G. A. R.; SANCHEZ, C. G.; GÓMEZ, E. O.; CORTEZ, L. A. B. Caracterización del bagazo de la caña de azúcar. Parte I Características Físicas. **Encontro de Energia no Meio Rural**.Campinas: UNICAMP, 2006.

ANTUNES, R. A.; OLIVEIRA M. C. L. Corrosion in biomass combustion: a materials selectionanalysis and its interaction with corrosion mechanisms and mitigation strategies **Corrosion Science,** Cambridge, 2013.

ARRASCAETA, A.; FRIEDMAN, P. Bagasse drying: Past, present and future. **InternationalSugar Journal**. v. 86, 1984.

BEATÓN, P.; SILVA, E. Pruebas de balance térmico en calderas para bagazo. **Ediciones ISPJAM***,* Santiago de Cuba, 1991.

CORRÊA, J. L. G. **Discussão de parâmetros de projeto de secadores ciclônicos**. Campinas:UNICAMP, 2003. 169 f. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Campinas, 2003.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. **Biomassa para energia.** Campinas: Editora Unicamp, 2008.

COSTA, E. C. Secagem Industrial. **Editora Blucher**. São Paulo, 2007.

DRUMMOND, A.R.F.; DRUMMOND, I.W. Pyrolysis of sugar cane bagasse in a wire-mesh reactor. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, Washington, DC, 1996.

EDWARDS, B. P. Bagasse drying. Proceedings of Australian Society of Sugar CaneThecnologists. Austrália, 1981.
EPE. **Balanço energético nacional 2015:** ano base 2014: relatório síntese Rio de Janeiro, 2015.

FARIA, L. J. G. **Estudo experimental do secador pneumático vertical**. Campinas: UNICAMP,1986. 205 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Campinas, 1986.

GILBERD, J.; SHEEHAN, M. Modelling the effects of bagasse pre-drying in sugar mill boilersystems. In: Proceedings of the 35th **Conference of the Australian Society of Sugar Cane Technologists held at Townsville.** Queensland, Australia, 2013.

GÓMEZ, E. O. **Projeto, construção e avaliação preliminar de um reator de leito fluidizadopara gaseificação de bagaço de cana-de-açúcar**. Campinas: UNICAMP, 1996. 125 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em engenharia agrícola, Campinas, 1996.

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S.; GUARDABASSI, P. The sustainability of ethanol productionfrom sugarcane. **Energy Policy**. London, v. 36, 2008.

HUGOT. E. **Manual de engenharia açucareira.** Editora Mestre Jou. São Paulo, 1972.IEA, International Energy Agency. **Key World Energy Statistics**. Disponível em: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/key-world-energy-statistics-2015. html. Acesso em: 22 dez. 2018.

INSTITUTO CUBANO DE INVESTIGACIONES DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR - **ICIDCA**. Cuba, 1982.

KINOSHITA, M. C. Flue Gas Drying of Bagasse. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 91. November 1991.

LENÇO, P. C. **Caracterização do bagaço de cana para geração de energia**. Campinas:UNICAMP, 2010. 181 f. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em EngenhariaMecânica, Campinas, 2010.

LI, H.; CHEN, Q.; ZHANG, X.; FINNEY, K. N.; SHARIFI, V. N.; SWITHENBANK, J. Evaluation of a biomass drying process using waste heat from process industries: A case study. **Applied Thermal Engineering**. Volume 35. Elsevier. USA, 2012.

LISBOA, H. M.; SCHIRMER, W. N. **Metodologia e controle da poluição atmosférica**. E-book.Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2007.

MARAFON, A.C.; SANTIAGO, A.D.; AMARAL, A.F.C.; BIERHALS, A.N.; PAIVA, H.L.; GUIMARÃES, V.S. **Uso da biomassa para a geração de energia**. Documentos 211, 1ª edição:Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

MEIRELLES, A. J. A. **Secagem de bagaço de cana em leito fluidizado**. Campinas: UNICAMP,1984. 153 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos,Campinas, 1984.

NARIMATSU, C. P. **Contribuições ao estudo da secagem em leito pneumático vertical**. SãoCarlos: UFSCar, 2004. 261 f. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, São Carlos, 2004.

NEBRA, S. A. **Secagem pneumática de bagaço de cana**. Campinas: UNICAMP, 1985. 132 f.Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Campinas, 1985.

NEIVA, A. C. B. **Estudo de alimentadores de bagaço de cana para reatores atmosféricos**. Campinas: UNICAMP, 1998. 152 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação emEngenharia Mecânica, Campinas, 1998.

OGAWA, A. **Mechanical separation process and flow patterns of cyclone dust collectors**.American Society of Mechanical Engineers. Volume 50. USA, 1997.

PEDROSO, L. L. A.; SILVA, F. F.; MELO, A. M.; JUNIOR, M. E.; SHIMOYA, A.; SOUZA, C. L. M. Demandas atuais e futuras da biomassa e da energia renovável no Brasil e no mundo. **Brazilian Journal of Development**, volume 4, nº 5. Curitiba, 2018.

PEDROSO, L. L. A. **Análise da Bioenergia no Brasil com Enfoque na Biomassa do Capim-Elefante.** Campos dos Goytacazes: UCAM, 2018. 89 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em engenharia de produção, Campos dos Goytacazes, 2018.

QUINTERO, D. A. R. **Caracterização física de partículas de biomassa separadas por elutriação e peneiramento**. Campinas: UNICAMP, 2019. 151 f. Tese de doutorado. Programa dePós-Graduação em Engenharia Mecânica, Campinas, 2019.

RASUL, M. G.; RUDOLPH, V.; CARSKY, M. **Physical properties of bagasse. Science Direct,Fuel**. 1999.

SOSA-ARNAO, J. H.; NEBRA, S.A. Bagasse dryer role in the energy recovery of water tubeboilers. **Drying Technology**, vol. 27, 2009.

SEYE, O. **Análise de ciclo de vida aplicada ao processo produtivo de cerâmica estruturaltendo como insumo energético capim elefante**. Campinas: UNICAMP, 2003. 167 f. Tese dedoutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Campinas, 2003.

SILVA, M. B.; MORAIS, A. S. **Avaliação energética do bagaço de cana em diferentes níveisde umidade e graus de compactação**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008.

YANG, W. **Handbook of fluidization and fluid-particles systems**. Marcel Dekker,Pennsylvania, 2003.

CAPÍTULO 10

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA DE *STREPTOMYCES HYGROSCOPICUS*

Jackelly Felipe de Oliveira
Biotecnologista pela Universidade Federal da Paraíba, Mestranda em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pernambuco
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamentode Antibióticos
Endereço: Rua Prof. Artur de Sá s/n Cidade Universitária, Recife/PE – Brasil
E-mail: Jackellyfo33@gmail.com

Maria Luiza de Sousa Silva
Graduanda em Biomedicina na Universidade Federal da Paraíba
Instituição: Universidade Federal da Paraíba - Campus I
Endereço: Jardim Universitário, S/N - Castelo Branco, João Pessoa/PB, 58051-900
E-mail: smariasluiza2017@gmail.com

Luana Maria Cavalcanti Teixeira
Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Fisiologia (PGBqF) pelaInstituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Rua Prof. Artur de Sá s/n Cidade Universitária, Recife/PE – Brasil
E-mail: luana_tsuki@hotmail.com

Leonor Alves de Oliveira da Silva
Doutora em Microbiologia Aplicada pela Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho Professora Adjunta da Universidade Federal de Pernambuco
Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Antibióticos.
Endereço: Rua Prof. Artur de Sás/n Cidade Universitária Recife/PE – Brasil
E-mail: laodls@yahoo.com.br

RESUMO: Os metabólitos secundários oriundos dos microrganismos são compostos de grande interesse industrial, farmacêutico e agronômico. Os metabólitos secundários podem ser utilizados para crescimento ou exercem outras funções como a inibição de outros microrganismos, bem como compostos com propriedades antioxidantes. Dentre os microrganismos mais estudados quanto à produção dessas substâncias estão as Actinobactérias. Este trabalho teve como objetivo analisar a bioatividade especificamente a capacidade antioxidante e antifúngica do extrato oriundo da bactéria*Streptomyces hygroscopicus* na qual foi utilizado uma fermentação submersa em meio MPE e utilizar acetato de para extração dos seus biocompostos. Inicialmente a atividade antioxidante do extrato acetato de etila foi realizada pelo método ABTS detectando uma inibição do radical ABTS de 29,15%. Ao realizar a atividade antioxidante do extrato através do método de DPPH, obtivemosos seguintes valores de IC50 de 0,565 ± 0,028 mg/mL. Em ensaios da atividade antifúngico por difusão em poço, o extrato apresentou inibição apenas nos apenas aos fungos *Fusarium oxysporum* e URM5522, com halos de inibição correspondente a 2,5 cm.

PALAVRAS-CHAVE: Actinobacteria, antifúngico, extrato da biomassa.

ABSTRACT: The secondary metabolites derived from microorganisms are compounds of great interest in severalareas. Secondary metabolites may be used for growth or other functions such as inhibition of othermicroorganisms and can display antioxidants properties. The actinobacteria is the main microorganism that shows production of these substances. This work aimed to analyze the bioactivity specifically the antioxidant and antifungal capacity of the extract from the bacterium Streptomyces hygroscopicus in which a submerged fermentation was used in MPE medium and use acetate to extract its biocomposites. Initially the antioxidant activity of the ethyl acetate extract wasperformed by the ABTS method, detecting an ABTS radical inhibition of 29.15%. When carrying out the antioxidant activity of the extract through the DPPH method, we obtained the following IC50 values of 0.565 ± 0.028 mg / mL. In antifungal tests by well diffusion, the extract showed inhibition only in Fusarium oxysporum and URM5522 fungi, with inhibition halos corresponding to 2.5 cm.

KEYWORDS: Actinobacteria, antifungal, extract of biomass.

1. INTRODUÇÃO

Os antioxidantes são substâncias que são capazes de inibir ou atrasar as taxas de oxidação. Atualmente são divididos em dois tipos, os enzimáticos (composto pelas enzimas produzidas no organismo) e os não enzimáticos, fazendo parte do segundo grupo as substâncias que geralmente pertencem ao metabolismo secundário, a exemplo temos os flavonóides, licopenos e bilirrubina. Essas substâncias podem agir diretamente, neutralizando a ação dos radicais livres e espécies não- radicais, ou indiretamente, participando dos sistemas enzimáticos com tal capacidade (MOSCA *et al*., 2017). Assim, os antioxidantes são capazes de neutralizar um radical livre, devido a capacidadede doar o elétron que eles precisam. Neste contexto, os compostos antioxidantes vêm sendo amplamente utilizados no tratamento e prevenção de diferentes doenças e também podem ser empregados em diversas áreas como na indústria de alimentos, cosméticos, ou até mesmo na indústria farmacêutica (DOMÍNGUEZ *et al*., 2018; FALOWO *et al*., 2016). Desse modo, aprospecção de novos compostos com essa atividade é um campo de crescente pesquisas, tendo em vista a ampla demanda. Microrganismos, por sua vez, torna-se evidentes devido a capacidade de produção de várias moléculas de interesse biotecnológico, como exemplo, as substâncias com atividade antioxidante.

Dentre os microrganismos bastantes estudados quanto à produção de metabólitos secundários bioativos está o filo Actinobacteria destacando-se dentro desse filo a espécie *Streptomyces spp.* (HWANG *et al*., 2014; TAN, *et al*., 2015). Esses microrganismos estão presentesem uma ampla variedade de ambientes naturais como solo, atmosfera, rios, lagos, ambientes marinhos e em habitats com características ecológicas específicas como depósitos de lixo, água residuárias, regiões vulcânicas, lagos salinos, fontes termais, entre outros (RAO et al., 2013). Grande parte desses metabólitos bioativos, são metabólitos secundários tendo base na suabiossíntese na formação os quais se originam dos metabólitos simples do metabolismo anfibólico (BILYK; LUZHETSKYY, 2016). Desse modo, uma vez secretados tem como objetivo de inibir aproliferação de outros organismos, no meio pobre, aumentando a chance de germinação de seusesporos e consequentemente sua sobrevivência (MADIGAN *et al*, 2004). Dentro do filo de bactérias a espécie *Streptomyces hygroscopicus* ganha destaque devido ser uma espécie com poucos estudos. Os fungos fitopatogênicos, por sua vez, são organismos tem sua ação

em plantações reduzindo suas taxas de germinação e sobrevivência, além de contribuir para perdas nutricionais da semente, gerando doenças em humanos e animais causando grandes impactos econômicos mundiais (SANTOS *et al*., 2011). Assim, grande tendência atual está no fato do desenvolvimento de compostos de origem orgânica frente a compostos sintéticos (BARROS *et al*. 2013). Dentro dessa categoria insere a substituição de produtos químicos sintéticos, pois esse gera uma serie de escala afetada, desde a saúde do produtor rural até todo ecossistema sendo grande parte desses produtos tóxicos são destinados ao controle de fungos fitopatogênicos. Dessa forma, devido a pressões bióticas, bactérias podem produzir diversos compostos antifúngico, sendo essa prospecção viável e altamente satisfatória como uma alternativa natural frente esses fitopatógenos (FUGA *et al*., 2011; JESUS; GUIMARÃES, 2018).

A Caatinga é um bioma brasileiro que possui uma área com cerca de 844.453 quilômetros quadrados, e seu ecossistema é restrito ao Brasil, o que implica a dizer que nenhuma outra região do mundo possui tal patrimônio biológico (BRASIL, 2018). Entretanto, apesar de ser rica em biodiversidade, há poucos estudos que buscam a prospecção de biomoléculas nessa região que possuem propriedades de interesse como o caso de moléculas com capacidade antioxidante principalmente aquelas produzidas por microrganismos (MELO *et al*., 2015). Dessa forma o presente trabalho teve por objetivo analisar a presença da atividade antioxidante do extrato em acetato de etila oriundo do microrganismo *Streptomyces hygroscopicus* isolado da Caatinga, além de estudar os efeitos desse extrato contra fungos fitopatogênicas afirmado, assim, sua propriedade antifúngica.

2. METODOLOGIA

OBTENÇÃO DO EXTRATO ACETATO DE ETILA

A actinobactéria *S. hygroscopicus* utilizada neste estudo está depositada na Coleção de Microrganismos do Departamento de Antibióticos do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco sob o número de identificação UFPEDA3370. A fermentação destinada a produção dos metabólitos secundários foi realizada em condições otimizadas por trabalhos previamente descritos por Borba (2016). Para o processo a *S. hygroscopicus* foi semeada em placas de petri contendo meio de cultura ISP2 ágar e mantida em estufa por 7 dias à 37 °C, em seguida 30

discos (9 mm) foram inoculados em meio líquido ISP2 para obtenção do pré-inóculo da fermentação. A fermentação para obtenção do extrato foi realizada em biorreator *New Brunswick Scientific* BIOFLO 110 (capacidade de 7L) utilizando 3-4L de meio líquido MPE, onde o 300 mL de pré-inóculo foi adicionado, tendo o objetivo o crescimento da actinobactéria e produção do metabólito secundário bioativo. O biorreator possui controle de temperatura, está mantida a 37 ºC eagitação mecânica de 200 rpm. O arrefecimento foi realizado pela injeção de ar comprimido, controlado no parâmetro: nível de O_2 (1/1) (v/v). O pH inicial foi em torno de 7,2. Após as 96 h de incubação o produto da fermentação em meio MPE foi centrifugado a 10000 rpm por 7 min, com afinalidade de separar a biomassa do sobrenadante. Então na biomassa foi inicialmente hexano 1:1 biomassa/solvente e posteriormente adicionado acetato de etila na proporção de 1:1 biomassa/solvente mantidos sob agitação 150 rpm durante 30 min. A mistura foi posteriormente filtrada a vácuo e posteriormente o solvente orgânico presente no sobrenadante foi evaporado no rotaevaporador a uma velocidade de 60 rpm, a uma temperatura de 40 °C e submetidos às avaliações seguintes.

TESTES DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE: MÉTODO ABTS E DPPH

Para obtenção da atividade antioxidante do extrato acetato de etila obtido da biomassa de *S. hygroscopicus*, foi utilizado o método do radical livre ABTS (2,2’-azinobis-(3-etilbenzotiazoline-6-ácido sulfônico). O radical ABTS+• foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução estoque deABTS 7 mM com 88 µL da solução de persulfato de potássio 140 mM. Mantido a mistura no escuro,à temperatura ambiente, por 16 horas. Em seguida, diluiu-se 1 mL desta mistura em álcool etílico PA (Vetec) até obter uma absorbância de 0,70 nm ± 0,05 nm a 734 nm, a qual foi preparada e usadano dia da análise. 30 µL do extrato foi adicionado a 3,0 mL da solução de ABTS+ •. Após 6 minutos,foi realizada a leitura em 734 nm. A porcentagem de sequestro do radical ABTS+• foi calculada.

Para o método DPPH, utilizou a metodologia empregado Blois (1958). A partir do extrato oleoso obtido no biorreator, foi retirado 69 mg e homogeneizado com auxílio de um vortex com 900µL de etanol e 100µL de DMSO. Dessa solução, separou 500 µL sendo realizada uma diluição seriada nas concentrações de 10mg/mL a 0,312mg/mL. Após esse processo, 40 µL de cada amostradiluída foi adicionada em

placas de 96 poços, iniciado em ordem decrescente de diluição. Sendo adicionado 200µL de um radical livre estável orgânico com a nomenclatura de 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) a 0,02mM em cada poço com as amostras diluídas e incubado no escuro por 30 minutos. Após esse tempo as amostras foram lidas no leitor de microplaca à 517 nm. Para analisar a capacidade que a amostra teve de sequestrar o radical DPPH, utilizou a seguinte equação:

$$\text{Atividade antioxidante (\%)} = \frac{\text{A controle} - \text{A amostra X 100}}{\text{A controle}}$$

Na qual A controle é a absorbância da solução do DPPH sem a amostra e A amostra é amostra como DPPH.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIFÚNGICA

A avaliação da atividade antifungica inicialmente realizada frente aos fungos *Cladosporiumtenuissimum* (URM5632), *Fusarium oxysporum* (URM7083), *Fusarium sonali* (URM320), *Mycrophonina pascolina (*URM2703) e *Colletotricum gloesporioides (*URM5522). Todos foram gentilmente cedidos da Coleção de Microrganismos do Departamento de Antibióticos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPEDA).

Os fungos foram cultivados em Ágar dextrose batata. Soluções foram feitas previamente adicionando NaCl à 0,9 % utilizando tween como diluente em água destilada. Após preparada, essasolução à cultura previamente estabelecida e com uma ajuda de uma alça foi possível desprender osesporos da placa obtendo assim uma solução salina de esporos. Após esse processo, 200µL dessa solução foram inseridos com auxílio de uma pipeta no meio de cultura Ágar dextrose batata e semeados com uma alça de trigaslki com o propósito de espalhar o fungo de forma homogênea. Assim, foram feitos quatro poços de 9 mm de diâmetro nas placas de ágar semeadas com o respectivo organismo teste na qual 100 µL do extrato acetato de etila obtido da biomassa de *S. hygroscopicus* foi inoculado em três poços e por fim água destilada foi inoculado no quarto poço servindo como controle negativo. A inibição do crescimento foi examinada após 24h de incubaçãoa 37 °C. A atividade antifúngica foi estimada pela medida do diâmetro da zona inibitória.

ANÁLISE QUALITATIVA DE DETECÇÃO DE FLAVONÓIDES E ALCALÓIDES

Análise preliminar da presença de flavonoides e alcaloides presentes no extrato acetato de etila da biomassa de *S. hygroscopicus* foi realizada através de reações químicas que resultam no desenvolvimento de coloração e/ou precipitado, característico para cada classe de substâncias.

Para análise da presença de flavonoides utilizou a metodologia de Silva e seus colaboradores(2013). Para isso, foram pesados 10,36 mg do extrato oleoso em um béquer adicionados o extrato e5mL de metanol, além disso, foram inseridos no meio 1 mL de HCl e 1 cm de fita de magnésio totalizando 43 mg, sendo assim esperando 15 minutos até o surgimento de coloração rosada como indicativo da presença de flavonóides.

Para detectar a presença de alcalóides foi baseado no teste de revelador Dragendoff (WAGNER, 1996). Foi pesado 1g de extrato em um tubo de ensaio, neste mesmo tubo foi adicionado 10 mL de H_2SO_4 1 %, consecutivamente a mistura foi aquecida em banho-maria a 100º C durante 2 minutos e filtrada logo após. Alíquota do filtrado foi colocada em outro tubo de ensaioe em seguida foi gotejado o reagente de Dragendorff.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXTRAÇÃO EM ACETATO DE ETILA

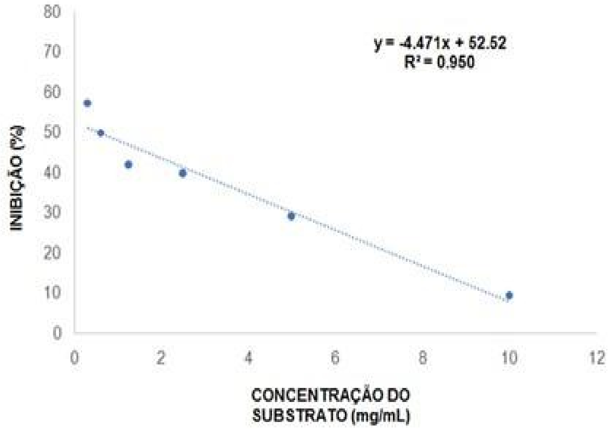
O processo de optimização da obtenção do extrato, realizado por Borba (2016) promoveu uma ótima extração do extrato, tendo um rendimento de 2,6 a partir de 3 L. Além disso, o solventeacetato de etila por possuir características de ser um solvente apolar fraco, ele pode ter característicade extração de metabólitos secundários polares e apolares que possuem características polares quanto apolares, mostrando um solvente ideal para esse tipo de processo (TIAN *et al*., 2013).

Em trabalhos anteriores que analisaram a optimização de obtenção de *Streptomyces* como oAhmed e colaboradores em 2016, mostrou ser um dos melhores solventes para esse tipo de método. Ademais de suas propriedades positivas de carácter extrator, há outras vertentes a ser considera positivos para a escolha do acetato de etila como solvente como o caso de questões de técnica, duração da extração, questões ambientais e de segurança além a questão de custos.

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Na literatura existem uma variedade de testes *in vitro* para avaliar a atividade antioxidante, no presente trabalho utilizou-se de duas metodologias distintas. Avaliou a capacidade do extrato acetato de etila em reduzir captura dos radicais de ABTS (2,2azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico)), a concentração de 1,485 mg/mL do extrato apresentou uma inibição do radical ABTS de 29,15 %. Ao realizar a atividade antioxidante do extrato através do método de DPPH, obtivemosos seguintes valores de IC_{50} de 0,565 ± 0,028 mg/mL estes dados estão apresentados na Figura 1.

Figura 1. Percentual de inibição de DPPH do extrato acetato de etila de S. hygroscopicus.



Fonte: Autor (2018).

A atividade antioxidante de metabólitos secundários produzidos pelo gênero *Streptomyces* pode apresentar grandes variações. Manivasagan e colaboradores (2013), demonstraram que uma protease produzida por *Streptomyces* sp. Obteve IC_{50} de 78±0,28 mg/mL. Ser e seus colaboradores (2013), em um estudo sobre atividade antioxidante de uma nova espécie de *Streptomyces* sp. mostrou que extrato metabólicos em concentração de 2 mg/mL apresentaram porcentagem de inibição de 27,24 ± 1,91 %. Esse resultado é algo interessante pois, em um ambiente que exista estresses como estresses oxidativos os organismos bem mais adaptados são aqueles que irão possuiratividade antioxidante gerando assim uma vantagem seletiva.

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA

A atividade antioxidante de metabólitos secundários produzidos pelo gênero *Streptomyces* pode apresentar grandes variações. Manivasagan e colaboradores (2013), demonstraram que uma protease produzida por *Streptomyces* sp. obteve IC_{50}

de 78±0,28 mg/mL. Ser e seus colaboradores (2013), em um estudo sobre atividade antioxidante de uma nova espécie de *Streptomyces* sp. mostrou que extrato metabólicos em concentração de 2 mg/mL apresentaram porcentagem de inibição de 27,24 ± 1,91 %. Esse resultado é algo interessante pois, em um ambiente que exista estresses como estresses oxidativos os organismos bem mais adaptados são aqueles que irão possuiratividade antioxidante gerando assim uma vantagem seletiva.

Figura 2. Halo de inibição de *Fusarium oxysporum* com o extrato de *S. Hygroscopicus.*



Fonte: Própria (2019).

Diferentes classes de compostos químicos do metabolismo secundário são encontradas em extratos provindos de culturas de *Streptomyces* sp. como demonstrado por Jaivel e colaboradores (2014), ao realizar o teste qualitativo para flavonóides e alcalóides no extrato acetato de etila de *S. hygroscopicus,* os resultados foram positivos para o teste de alcalóides e negativo para flavonoides.Sabe-se que as variedades de alcalóides são produzidas por vários organismos, incluindo bactérias, fungos e plantas, como metabólitos secundários que exibem bioatividades úteis. Os alcalóides foramoriginalmente definidas como compostos orgânicos de origem vegetal que possuem bioatividades fortes e exibem basicidade que é atribuído a presença de nitrogênio (KISHIMOTO *et al*., 2016).

4. CONCLUSÕES

O extrato acetato de etila obtido da biomassa de *Streptomyces hygroscopicus*, apresentou atividade antioxidante capaz de reduzir os radicais 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazoline-6-ácido sulfônico e 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo, apresentando atividade antimicrobiana capaz de inibir os fungos fitopatogênico Fusarium oxysporum

e URM5522 o extrato bioativo em teste qualitativo mostrou-se positivo para a classe de metabólitos secundários de alcalóides. Constituindo um extratobastante promissor para trabalhos futuros de purificação e identificação dos compostos bioativos, caracterizando-o como um extrato potencialmente aplicável na indústria biotecnológica.

REFERÊNCIAS

AHMED, I. K.; HANAN, E. B.; HUMODI, A. S.Streptomyces species from red sea habitat: isolation, characterization and screening for antibacterial compounds. International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences. v.6, n.1, p.62-71, 2016.

AMINI, J.; AGAPOOR, Z.; ASHENGROPH, M. Evaluation of Streptomyces spp. against 9 Fusarium oxysporum f. sp. ciceris for the management of chickpea wilt. Journal of Plant 10 Protection Research, v.56, n.3, 2016.

BARROS, L. S.; ADORIAM, A. I.; KOBAYASTI, L. Uso de extratos vegetais na inibição do crescimento micelial in vitro de Acremonium sp. e Fusarium verticillioides. Revista Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.9, n.16, p.2072-2076. 2013.

BILYK, O.; LUZHETSKYY, A. Metabolic engineering of natural product biosynthesis in 22 actinobacteria. Curr Opin Biotechnol. v.42, n.1, p.98-107, 2016.
BLOIS, M. S. Antioxidant Determinations by the use of a Stable Free Radical. Nature, v.181, 28 n.4617, p.1199-1200, 1958.

BORBA, C. B. A. Avaliação de metabólito Secundário de Streptomyces sp., sua atividade 24 antimicrobiana e citotoxicidade; identificação morfológica e molecular da actinobactéria. 25 2016.Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Programa de Pós-Graduação em 26 Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE. 2016.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Biomas: Caatinga. Disponível em: http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga. Acessado em: 15 out, 2018.

DOMÍNGUEZ, R. et al. Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: A review. Food Research International. v. 113. p. 93-101. Nov, 2018.

FALOWO, A. B.; FAYEMI, P.O; MUCHENJE. Natural antioxidants against lipid-protein 13 oxidative deterioration in meat and meat products: A review. Food Res. Int, v.64, p.171-181, 14 2014.

FUGA, C. A. G.; GONÇALVES, D. C.; CUNHA, W. V. Inibição do crescimento micelial de Colletotrichum gloeosporioides e Bacillus spp. “in vitro”. Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão. Patos de Minas, v.1, n. 8, p.188194, 2011.

HWANG, K. S. et al. Systems biology and biotechnology of Streptomyces species for the 31 production of secondary metabolites.Biotechnology Advances, v. 32, p. 255–268, 2014.

JAIVEL, N.; UVARANI, C.; RAJESH, R.; VELMURUGAN, D.; MARIMUTHU, P. Natural 33 occurrence of organofluorine and other constituents from Streptomyces sp. TC1. J Nat Prod. 34 v. 77, n. 1, p. 2-8. Jan, 2014.

JESUS, M. S.; GUIMARÃES, P. G. Utilização de bactérias no controle de fungos fitopatogênicos in vitro. Ver Ourucur. v.8, n.1, 2018
KISHIMOTO, S.; SATO, M.; TSUNEMATSU, Y.; WATANABE, K. Evaluation of 1 Biosynthetic Pathway and Engineered Biosynthesis of Alkaloids. Molecules. v. 21. n.8. p. 2 1078. Ago, 2016.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. Brock: Biologia de los 9 microrganismos. 10ed. Pearson: Prentice Hall. p. 1011. Jan, 2004.

MANIVASAGAN, P.; VENKATESAN, J.; SIVAKUMAR, K. K. S. Production, 11 Characterization and Antioxidant Potential of Protease from Streptomyces sp. MAB18 Using 12Poultry Wastes. BioMed Research International, p.1-13. 2013.

MELO, I. S. et al. Biodiversidade e bioprospecção de microrganismos da caatinga. EMBRAPAMeio Ambiente. Mar, 2015.

MOSCA, S. S.; SANCHES, R. A.; COMUNE, A. C. A Importância dos antioxidantes na 22 neutralização dos radicais livres: uma revisão. Revista Saúde em Foco, 9ª ed, 2017.

RAO, K.V.R.; RAO, T. R. Molecular characterization and its antioxidant activity of a newly 1 isolated Streptomyces coelicoflavus BC 01 from mangrove soil. Journal of Young 2 Pharmacists. v.5, n.4, p.121-126, 2013.

SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEN, J. O. M. Patologia de sementes florestais: 10Importância da sanidade das sementes florestais: Embrapa florestas, Belém, p.236, 2011.

SER, H. L.; TAN, L. T. H.; LAW, J. W. F.; CHAN, K. G.; DUANGJAI, A. Focused Review: 12 Cytotoxic and Antioxidant Potentials of Mangrove-Derived Streptomyces. Frontiers in 13 Microbiology, v.8, 2017.

SILVA, et al. Caracterização físico-química e análises por espectrofotometria e cromatografia 15de Peperomia pellucida L. (H. B. K.). Rev. Bras. Pl. Med, v.15, n.4, p.717-726. Set, 2013.

TAN, L. T. et al. Investigation of Antioxidative and Anticancer Potentials of Streptomyces sp.MUM256 Isolated from Malaysia Mangrove Soil. Front. Microbiol, v.6, p.1316. Nov, 2015

TIAN, Y.; XU, Z.; ZHENG, B.; LO, Y. M. 2013. Optimization of ultrasonic-assisted extraction ofpomegranate (Punicagranatum L.) seed oil. Ultrasonics Sonochemistry, 20, 202–208.

CAPÍTULO 11

CORROSÃO EM SAPATA DE CONEXÃO ELÉTRICA DO SISTEMA E TRANSMISSÃO PARA PONTES ROLANTES

José do Carmo Teixeira Neto
Mestre em Engenharia Mecânica na Universidade Santa Cecília.
Instituição: Universidade Santa Cecília.
Endereço: R. Oswaldo Cruz, 277 - Boqueirão, Santos/SP, 11045-907
E-mail: jdocarmoteixeiraneto@gmail.com

Prof. Dr. Aldo Ramos Santos
Doutor em Engenharia Mecânica, na área de conversão de energia, pela Universidade Federal de Itajubá.
Instituição: Universidade Santa Cecília.
Endereço: R. Oswaldo Cruz, 277 - Boqueirão, Santos/SP, 11045-907
E-mail: rsantos@unisanta.br

RESUMO: Este trabalho foi uma investigação sobre corrosão em sapatas elétricas do sistema para pontes rolantes que trabalham em ambientes siderúrgicos. A corrosão excessiva cria a necessidade de parada corretiva do equipamento para trocar a sapata do sistema para pontes rolantes, influenciando negativamente o processo de produção. A parada de manutenção corretiva é um dos principais problemas enfrentados pelas indústrias nessa área industrial. É evidente que a manutenção corretiva não é interessante para uma máquina, é mais prudente realizar inspeções preditivas e paradas preventivas para impedir que essa falha aconteça. Nesta pesquisa, em um ambiente preparado para os testes, foram realizados 14 experimentos com uma pasta IGC 220 eletricamente condutora, com propriedades químicas e físicas que atenuam a corrosão, que tem a ação do oxigênio atmosférico na superfície da conexão elétrica do sistema elétrico. Nos procedimentos, o ar foi eliminado no ponto e nas conexões elétricas do sistema e do cabo, para que os testes se aproximassem das condições ambientais encontradas na fábrica. Em seguida, foram medido ou calculados os valores das grandezas relacionadas à temperatura, corrente elétrica, potência e verificadas mudanças nos valores. Ao final dos testes, os dados relacionados foram obtidos devido ao aparecimento de corrosão, onde houve uma melhoria na qualidade dos pontos de conexão elétrica que receberam proteção. Após a manutenção preventiva do equipamento e considerando os dados obtidos na fábrica, estimou-se que, através do uso de pasta condutora nas conexões da ponte aérea do sistema, as paradas a cada 9 dias se tornariam mensais.

PALAVRAS-CHAVE*:* Corrosão; Sistemas Elétricos; Ponte Rolante; Parada de Manutenção.

ABSTRACT: This work was an investigation about corrosion in electric shoes of the system for overhead cranes that work in steel industry environments. Excessive corrosion creates the need for corrective equipment stop to change the system shoe for overhead cranes, negatively influencing the production process. The corrective maintenance stop is one of the main problems faced by the industries in this industrial area. It is evident that corrective maintenance is not interesting for a machine, it is more prudent to carry out predictive inspections and preventive stops to prevent this failure

from happening. In this research, in an environment prepared for the tests, 14 experiments were carried out with an electrically conductive IGC 220 paste, with chemical and physical properties that attenuate corrosion, which has the action of atmospheric oxygen on the surface of the electrical connection of the electrical system. In the procedures, air was eliminated at the point and in the electrical connections of the system and the cable, so that the tests approached the environmental conditions found at the factory. Then, the values of the quantities measured or calculated related to temperature, electric current, power were measured or calculated and changes in the values were verified. At the end of the tests, data related were obtained due to the appearance of corrosion, where there was an improvement in the quality of the electrical connection points that received protection. After the preventive maintenance of the equipment and considering the data obtained at the factory, it was estimated that, through the use of conductive paste in the connections of the system's overhead bridge, the stops every 9 days would become monthly.

KEYWORDS: Corrosion; Electrical Systems; Overhead Bridge; Maintenance Stop.

1. INTRODUÇÃO

As pontes rolantes surgiram com o aprimoramento das máquinas de elevação de cargas baseadas em talha com moitão sobre trilhos, que surgiram nos anos de 1800 e entraram em produção em massa, combinando mecanismos e trilhos laminados em aço. No ano de 1887 a empresa *Whitehill Sewing MachineCompany* fez uma manutenção em uma primeira ponte rolante e posteriormente começaram a construir as próprias pontes rolantes. Este tipo de equipamento, dependendo do local, tem seu tempo de utilização de 24 horas, devido ao seu uso, se faz necessário ter um controle minucioso do plano de manutenção para se evitar paradas do equipamento (ALMEIDA, M. T06 2019), devido ao processo de parada da ponte rolante, diminui o fluxo do processo de linhas de produção.

Atualmente existe uma procura por soluções de minimizar perdas de energia, diminuindo seus gastos e com esse fato uma melhor eficiência nas linhas de produção. Será analisado a corrosão causada em um ponto de conexão elétrica, utilizando uma pasta específica em suas conexões elétricas com a intenção de diminuir as perdas por resistência de contato. Através de uma análise em campo serão realizados experimentos com o intuito de se obter uma coleta de dados e de onde demonstrando a real necessidade deste artigo. Com os dados obtidos construíram-se gráficos e desenvolveram planilhas que iram demonstrar a redução de corrosão.

2. OBJETIVO

Este trabalho objetivou reduzir a corrosão na conexão elétrica em sapata coletora do barramento geral de uma ponte rolante de 75 toneladas conforme Figura 2 (a) e Figura 2 (b), através da utilização de pasta de cobre, melhorando com isto a qualidade energética (MOHAMED, O. R. I 2012). Comparando a corrente de condução em um corpo de prova, onde possui um ponto de conexão com pasta de cobre e outro ponto de conexão no mesmo corpo de prova sem a pasta de cobre. Com a intenção de procurar reduzir a aparição de resistência de contato através da corrosão (GENTIL, V. 1997) gerada no ponto de conexão, onde este aumento da corrente elétrica ao longo do tempo provoca nos componentes mecânicos da sapata coletora a sua degradação, pois a redução de seção nos parafusos da sapata coletora eleva a corrente, podendo inclusive fundir a matéria interrompendo a passagem da corrente elétrica, causando a parada corretiva do equipamento em questão. Com a

disponibilidade do equipamento as paradas de manutenção passam de ser corretivas para preventivas a qual já possui tempo, local e mão de obra pré-estabelecida, diminuindo, portanto, os gastos com manutenção cerca de 30 vezes o valor investido (LUCIER, R. 07 2020). Para se determinar em que local de determinado equipamento deve-se aplicar e quais serviços devem ser feitos em uma preventiva aplica-se então a manutenção preditiva observando com a Termografia Infravermelha (BERNARD R. LYON JR., GARY L. ORLOVE, AND DONNA L.PETERS, 2002)pontos onde estará ocorrendo uma variação de temperatura em Joule com o decorrer do tempo em segundos tem-se WATT e assim um aumento de potência na resistência de contato (BRAUNOVIC, M.2001)que surgiu e assim trazer a eficiência das manutenções preventivas(VERATTI, A.B .2005).

Para se tornar mais evidente e relevante foi desenvolvido mais quatro experiências com reagentes que demonstram a existência de corrosão e a falta de corrosão quando do uso de determinada pasta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Dois conjuntos de sapata coletora.

Figura 1(a).



Figura 1(b).



Do Autor.

Sapata coletora e pontos de conexão.

Figura 2 (a).

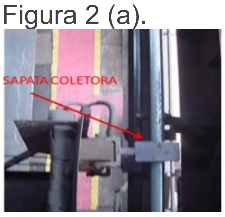
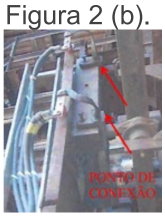


Figura 2 (b).



Do Autor.

Figura 3 Pasta a base de cobre.



Do Autor.

4 Agentes Fenolftaleína e Ferricianeto de Potássio.



Do Autor.

Figura 5 Alicate amperímetro com três dígitos de precisão.



Do Autor.

Figura 6 Termovisor.



Do Autor.

Figura 7 Fonte de alimentação.

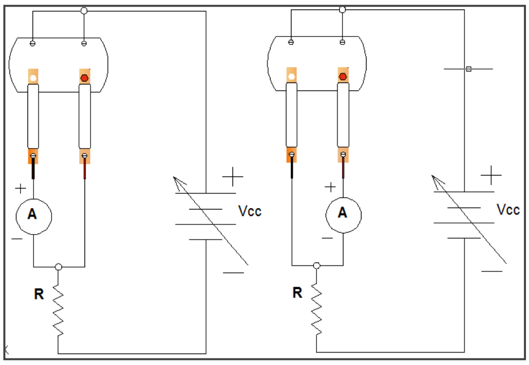


Do Autor.

MÉTODOS

Foram feito duas montagens de circuito em corrente contínua, a primeira montagem do circuito está demonstrado na Figura 8 onde existe um amperímetro colocado em dois locais em tempos diferentes, um local não possui pasta no contato da cordoalha com a sapata referente a Figura 1(a), no segundo local onde houve a montagem do amperímetro existe pasta no contato da cordoalha com a sapata também conforme Figura 8 utilizando a sapata coleto da Figura 1(b) nos dois circuitos foi utilizado uma fonte conforme Figura 7 regulada para uma tensão de 15,37V.

Figura 8 Circuito elétrico da montagem.



Do Autor.

Nesta primeira montagem com uma fonte regulada para 15,375V calculou-se a potência conforme equação 1 e também observou-se que com medições periódicas de corrente com o decorrer do tempo o circuito onde não possuía pasta a base de cobre teve uma variação maior de corrente e onde tinha a pasta a variação teve um valor mais lento para uma mesma tensão demonstrado com essas medições na Tabela 1.

Posteriormente foi feito cálculos de Potência (WATT) utilizando a equação 1 em mais três eventos montando a Tabela 2.

$$P = V \times I \quad (1)$$

Onde:

P = Potência Elétrica calculada (W);

V = Tensão aplicada no circuito (V);

I = Corrente (A).

P = 2,443 (W)

V = 15,375 (V)

I = 0,159 (A)

Tabela 1 Acompanhamento de ensaios referente a corrente.

EVENTO	DATA DE EXPERIMENTO	VALORES DE CORRENTE MEDIDOS [A]	
		SEM PASTA	COM PASTA
1	08/04/2018	0,163	0,159
2	09/04/2018	0,165	0,159
3	10/04/2018	0,164	0,159
4	11/04/2018	0,165	0,159
5	12/04/2018	0,165	0,160
6	13/04/2018	0,166	0,160
7	14/04/2018	0,167	0,161
8	15/04/2018	0,166	0,161
9	16/04/2018	0,167	0,162
10	17/04/2018	0,167	0,162
11	18/04/2018	0,167	0,163
12	19/04/2018	0,168	0,163
13	20/04/2018	0,170	0,164
14	21/04/2018	0,170	0,165
15	22/04/2018	0,168	0,164
15	23/04/2018	0,169	0,165

Fonte: Os Autores.

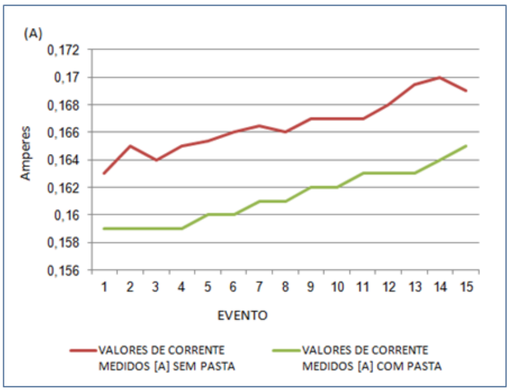
Tabela 2 Calculo de Potência do circuito.

Eventos	V (V)	I (A)	P (W)
Inicial com pasta	15,375	0,159	2,444
Inicial sem pasta	15,375	0,163	2,506
Final com pasta	15,375	0,166	2,552
Final sem pasta	15,375	0,169	2,598

Fonte: Os Autores.

Com os dados da Tabela 1, posteriormente fora construído o gráfico com os valores de corrente do circuito onde não havia pasta a base de cobre e o circuito que possuía pasta a base de cobre demostrado na Figura 9.

Figura 9 - Gráfico Retirado dos Ensaios.



Fonte: Os Autores.

Utilizado foi um alicate amperímetro auto motivo devido possuir três casas de precisão. Tomando como base o valor inicial de corrente no ponto de conexão com pasta, retirado da Tabela 1 foi feito a diferença entre os valores e dos dois pontos conforme equação 2, e assim cria-se a Tabela 3 seguido na Figura 10 que se tem o gráfico com a variação da corrente medida em Ampére (A).

$$DI = Isp - Icp \qquad (2)$$

Onde:

DI = Diferença de corrente (A);

Isp = Corrente em ponto sem pasta (A);

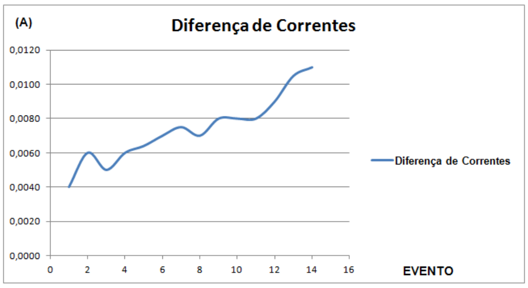
Icp = Corrente com pasta (A).

Tabela 3 Diferença de Correntes.

EVENTO	Isp	Icp	DI=Isp - Icp
1	0,163	0,159	0,0040
2	0,165	0,159	0,0060
3	0,164	0,159	0,0050
4	0,165	0,159	0,0060
5	0,165	0,159	0,0064
6	0,166	0,159	0,0070
7	0,167	0,159	0,0075
8	0,166	0,159	0,0070
9	0,167	0,159	0,0080
10	0,167	0,159	0,0080
11	0,167	0,159	0,0080
12	0,168	0,159	0,0090
13	0,170	0,159	0,0105
14	0,170	0,159	0,0110

Fonte: Os Autores.

Figura 10 - Gráfico de Diferença de Correntes retirado da Tabela 3.



Fonte: Os Autores.

A seguir considerando que Icp (corrente com pasta) seu valor inicial igual Icb (corrente de base) e Isp (Corrente sem pasta) foi obtido o valor de DI que é a diferença de Isp e Icb demonstrado na equação 3. Por fim foi calculado o valor em porcentagem de DI (VPDI) com a equação4. Foi então com os valores em porcentagem Montado a Tabela 4, e assim posteriormente com os dados obtidos na Tabela 4 foi construído um gráfico demonstrado na Figura 11 onde fica evidenciado o aumento da resistência de contato.

$$\text{DI (A)} = \text{Isp} - \text{Icb} \qquad (3)$$

Onde:

DI = Diferença de corrente;

Isp = Corrente sem pasta;

Icb = Corrente de Base.

$$\text{VPDI} = \frac{\text{DI } x \text{ } 100\%}{\text{Icb}} \qquad (4)$$

Onde:

VPDI = Valor em Porcentagem da Diferença de Corrente;

DI = Diferença de corrente;

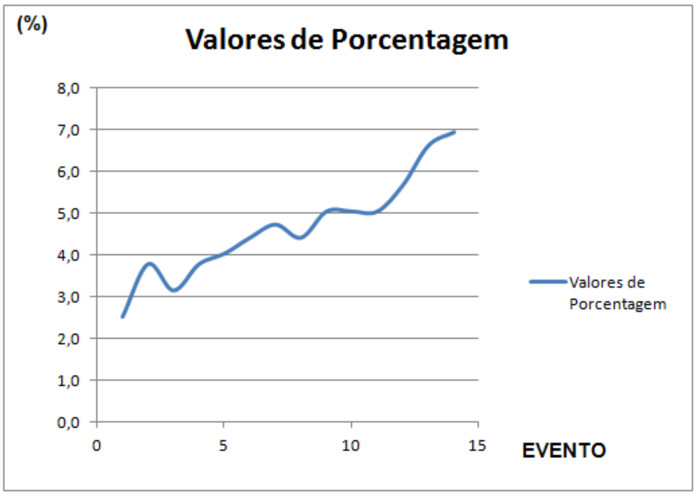
Icb = Corrente de Base.

Tabela 4 Diferença de Correntes entre Sem pasta e a Corrente base.

EVENTO	Isp (A)	Corrente de Base	DI=Isp - Icb (A)	Valores em porcentagem de DI
1	0,163	0,159	0,0040	2,5
2	0,165	0,159	0,0060	3,8
3	0,164	0,159	0,0050	3,1
4	0,165	0,159	0,0060	3,8
5	0,165	0,159	0,0064	4,0
6	0,166	0,159	0,0070	4,4
7	0,167	0,159	0,0075	4,7
8	0,166	0,159	0,0070	4,4
9	0,167	0,159	0,0080	4,5
10	0,167	0,159	0,0080	5,0
11	0,167	0,159	0,0080	5,0
12	0,168	0,159	0,0090	5,7
13	0,170	0,159	0,0105	6,0
14	0,170	0,159	0,0110	6,9

Fonte: Os Autores.

Figura 11 - Gráfico Valores de Porcentagem do ponto sem pasta.



Fonte: Os Autores.

Também foi feito a diferença das correntes entre a Icp (corrente com pasta) que seria a corrente do ponto onde se tem a pasta aplicada e Icb (corrente de base) na equação 5, este dado se encontra na Tabela 5.

$$DI = Icp - Icb \tag{5}$$

Onde:

DI = Diferença de corrente (A);

Icp = Corrente sem pasta (A);

Icb = Corrente de Base (A);

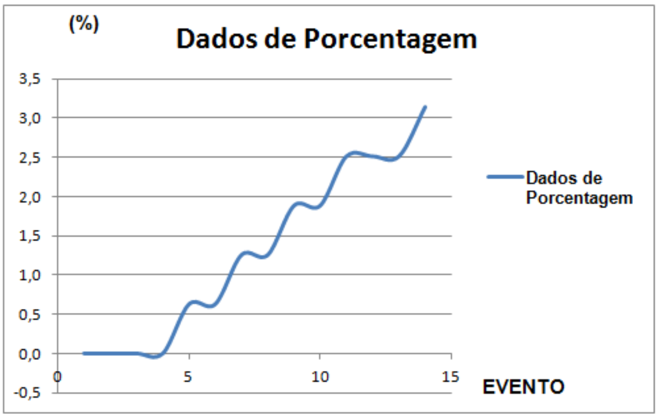
Tabela 5 Diferença de Correntes entre Com Pasta e a Corrente Base.

EVENTO	Icp (A)	Corrente de Base	DI=Icp - Icb	Valores em porcentagem da Corrente de Base
1	0,159	0,159	0,0000	0,0
2	0,159	0,159	0,0000	0,0
3	0,159	0,159	0,0000	0,0
4	0,159	0,159	0,0000	0,0
5	0,160	0,159	0,0010	0,6
6	0,160	0,159	0,0010	0,6
7	0,161	0,159	0,0020	1,3
8	0,161	0,159	0,0020	1,3
9	0,162	0,159	0,0030	1,9
10	0,162	0,159	0,0030	1,9
11	0,163	0,159	0,0040	2,5
12	0,163	0,159	0,0040	2,5
13	0,163	0,159	0,0040	2,5
14	0,164	0,159	0,0050	3,1

Fonte: Os Autores.

Com os dados obtidos de DI foi completado a Tabela 5 com valores em porcentagem seguindo a fórmula da equação 3 e assim fazer um gráfico que está na Figura 12.

Figura 12 - Gráfico do Percentual da corrente Com Pasta.



Fonte: Os Autores.

Tomando como referências os valores percentuais e a corrente de 3kA do equipamento de onde se originou o tema deste artigo consegue-se fazer asTabelas 6 com pasta e a Tabela 7 sem pasta, onde se tem os valores corrigidos por percentual obtido com os experimentos.

Tabela 6 Valores de Correntes utilizando valores percentuais dos Experimentos com pasta.

EVENTO	Valores em porcentagem da Corrente de Base	Corrente de Base (A)	Valores em Corrente Ponto Com Pasta(A)
1	0,0	3000	3000
2	0,0	3000	3000
3	0,0	3000	3000
4	0,0	3000	3000
5	0,6	3000	3019
6	0,6	3000	3019
7	1,3	3000	3038
8	1,3	3000	3038
9	1,9	3000	3057
10	1,9	3000	3057
11	2,5	3000	3075
12	2,5	3000	3075
13	2,5	3000	3075
14	3,1	3000	3094

Fonte: Os Autores.

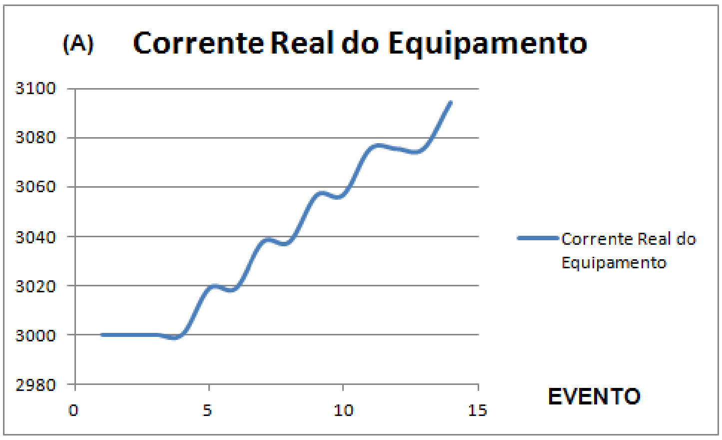
Tabela 7 Valores de Correntes utilizando valores percentuais dos Experimentos sem pasta.

EVENTO	Valores em porcentagem da Corrente de Base	Corrente de Base (A)	Valores em Corrente Ponto Sem Pasta(A)
1	2,5	3000	3075
2	3,8	3000	3113
3	3,1	3000	3094
4	3,8	3000	3113
5	4,0	3000	3121
6	4,4	3000	3132
7	4,7	3000	3142
8	4,4	3000	3132
9	4,5	3000	3135
10	5,0	3000	3151
11	5,0	3000	3151
12	5,7	3000	3170
13	6,6	3000	3198
14	6,9	3000	3208

Fonte: Os Autores.

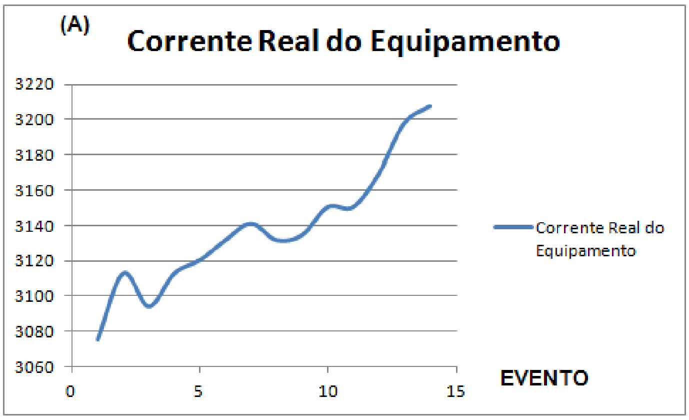
Com as Tabelas 6 e 7 pode-se fazer gráficos 13 e 14 evidenciando a variação maior para o ponto onde não se tem a pasta aplicada no gráfico 14.

Figura 13 - Gráfico Corrente Real com pasta.



Fonte: Os Autores.

Figura 14 - Gráfico Corrente Real sem pasta.



Fonte: Os Autores.

Após estes ensaios foram feitos mais ensaios com a utilização de produtos que são a fenolftaleína e ferricianeto de potássio sendo que agora com a segunda montagem utilizando a sapata conforme Figura 1(b) onde temos uma conexão com arruela de latão outra sem arruela e uma terceira com arruela de aço. Estes experimentos servem para se evidenciar visualmente o fato da corrosão existir onde a o contato como ar com e sem corrente circulando conforme figuras 15 a 22 e a pasta a base de cobre diminuir ou eliminar a corrosão na sapata coletora do experimento.

Figura 15–Sem alimentação e sem a pasta a base de cobre e com reagentes, segundo experimento.



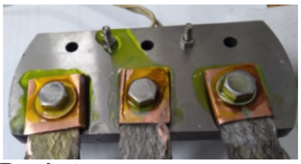
Do Autor.

Figura 16–Final do segundo experimento.



Do Autor.

Figura 17–Com alimentação e sem a pasta a base de cobre e com reagentes, terceiro experimento.



Do Autor.

Figura 18–Final do terceiro experimento.



Do Autor.

Figura 19–Com alimentação e com pasta de cobre e reagentes quarto experimento.



Do Autor.

Figura 20–Fim do quarto experimento.



Do Autor.

Figura 21 – Sem alimentação e com pasta de cobre e reagentes quinto experimento.



Do Autor.

Figura 22 –Fim do quinto experimento.



Do Autor.

4. DISCUSSÃO

Percebe-se a variação mais evidenciada da corrente nos circuitos elétricos onde se aplicou a pasta a base de cobre, podendo assim levar a uma discussão que seria o custo-benefício de se aplicar tal produto nas conexões elétricas secundárias, pois os consumidores estariam sendo beneficiados pelo fato, todavia quem iria aceitar tal gasto? A empresa que faz a manutenção ou o consumidor final de energia?

Também deve-se salientar que em circuitos de SPDA (SISTEMA DE DESCARGA ATMOSFÉRICA) poderia ser colocado, não como forma de melhorar as conexões do circuito e sim evidenciar a diminuição da degradação do sistema.

5. CONCLUSÕES

Percebe-se considerando as experiências feitas com a pasta a base de cobre, a real necessidade não só de procurar energias alternativas, mas, também eliminar gastos desnecessários de energia em forma de calor não utilizado, dando condições para que a energia produzida seja realmente consumida sem perdas no sistema de distribuição secundário. Conclui-se que com a utilização deste método de proteção contra a corrosão nas conexões elétricas em unidades consumidoras de energia deverá diminuir a relação entre energia produzida e a energia consumida. Já focando a área industrial tem se na prevenção das falhas por mau contato essa técnica apresentada mostrou-se promissora e relevante para que novas pesquisas e testes

mais detalhados, e em laboratórios especiais, possam ser realizados para melhorar a técnica aqui apresentada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. T. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade. 2000. Disponível em: Acesso em 06 out. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5462: confiabilidade e mantenabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

MOHAMED, O. R. I. Study of Energy Efficient Supercritical Coal-Fired Power Plant Dynamic Responses and Control Strategies, Birmingham, UK, 2012

GENTIL, V., Corrosão, Livros Técnicos e Científicos Editora, 3a ed., 1996   Handbook of Cathodic Protection – Theory and Practice of Electrochemical Protection Processes, W.vonBaeckmann, W.Schwenk, W.Prinz, Gulf Publishing Company, 3a ed., 1997.

LUCIER, R.; How to Guarantee Your Failure as an Infrared Thermographer; InfraMation 2002.

LYON JR., B. R.; ORLOVE, G. L.; PETERS, D. L.; The relationship between current load and temperature for quasisteady state and transient conditions; InfraMation 2002

VERATTI, A.B.; Termografia – Princípios e Aplicações; AGA 1984 [9] PRE-012-2005 – Procedimento de Execução – Inspeção Termográfica em Subestações, Energ; isa, 2005

BRAUNOVIC, M. Effect of Connection Design on the Contact Resistance of High Power Overlapping Bolted Joints in: 47 TH IEEE CONFERENCE ON ELECTRICAL CONTACTS. IEEE, 2001. P. 220- 229.

CAPÍTULO 12

ANÁLISE DE DEFEITOS DE SOLIDIFICAÇÃO EM COMPONENTES INJETADOS SOB PRESSÃOATRAVÉS DA SIMULAÇÃO NUMÉRICA

Lisiane Trevisan
Formação acadêmica mais alta: Doutora em Ciência dos Materiais - UFRGS
Instituição de atuação atual: Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS
Endereço: Av. São Vicente 785 – Cinquentenário – Farroupilha/RS
E-mail: lisiane.trevisan@farroupilha.ifrs.edu.br

Vinicius de Freitas Paz
Formação acadêmica mais alta: Mestre em Ciência dos Materiais - UFRGS
Instituição de atuação atual: Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS
Endereço: Av. São Vicente 785 – Cinquentenário – Farroupilha/RS
E-mail: vinicius.paz@farroupilha.ifrs.edu.br

Eduardo Machado
Formação acadêmica mais alta: Graduação em Engenharia Mecânica
Instituição de atuação atual: Altair Engineering do Brasil
Endereço: R. Sampaio Viana, 277 - 1º andar - Paraíso, São Paulo/SP
E-mail: emachado@altair.com

Rafael Callegari
Formação acadêmica mais alta: Graduado em Engenharia Mecânica - IFRS
Instituição de atuação atual: Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS
Endereço: Av. São Vicente 785 – Cinquentenário – Farroupilha/RS
E-mail: rafacallega@gmail.com

RESUMO: A utilização de ferramentas computacionais de simulação aliada à otimização do processo produtivoé de enorme valia na modernização de processo de fabricação de fundidos. O mercado atualmente exige a redução de custo e aumento de qualidade dos produtos fundidos fabricados sob pressão. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a análise do processo de solidificaçãode um componente metálico fabricado com liga a base de zinco com uso do software de simulação InpireCast®. Assim, foi construído o projeto da matriz metálica, sendo alimentado no software de simulação com os parâmetros de processo usados industrialmente. Posteriormente, as amostras foram submetidas ao ensaio metalográfico para verificação da presença de microporosidades, defeito mais importante para o uso deste componente. Os resultados mostraram que microporosidades encontradas no ensaio metalográfico foram previstas pelo software de simulaçãonumérica. Concluiu-se que o uso de simulação numérica possivelmente reduzirá os custos com projeto de fabricação de fundidos através do método tentativa e erro. Para os próximos trabalhos, o projeto será desenvolvido com outros parâmetros de simulação para verificação de novos resultadose assim, otimizar resultados e redução de defeitos de fundidos.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação Numérica, injeção sob pressão, Solidificação,

defeitos em fundição.

ABSTRACT: The use of computational simulation tools combined with the optimization of the production processis of enormous value in the modernization of the casting process. The market currently demands cost reduction and quality increase for die-cast products manufactured under pressure. Thus, the present work aims to present the analysis of the solidification process of a metallic component manufactured with zinc alloy using the InpireCast simulation software. Thus, the design of the metallic matrix was built, being fed into the simulation software with the process parameters used industrially. Subsequently, the samples were subjected to metallographic testing to verify the presence of microporosities, the most important defect for the use of this component. The results showed that microporosities found in the metallographic test were predicted by the numerical simulation software. It was concluded that the use of numerical simulation will possibly reduce thecosts of casting design through the trial and error method. For the next works, the project will be developed with other simulation parameters to verify new results and, thus, optimize results and reduce cast defects.

KEYWORDS: Numerical Simulation, Die casting, Solidification, defects casting.

1. INTRODUÇÃO

Fundição é um processo de fabricação onde um metal ou liga metálica, no estado líquido, évazado em um molde com formato e medidas correspondentes aos da peça a ser produzida. Os processos de fundição, podem ser classificados pelo tipo de molde e modelo, ou pela força e pressãousada para preencher o molde com metal liquido. (PINTO,2017).

A principal vantagem do processo de fundição sob pressão permite obter, de modo econômico peças de geometria complexa. Normalmente peças fundidas apresentam severos requisitos de engenharia, acarretando um processo de fabricação complexo (CONCER, 2016).

A descrição dos processos de fundição através da aplicação de equações relacionadas aos fenômenos ocorridos durante o processo de solidificação pode ser simplificada através do uso de softwares de simulação numérica, isso tem se tornado uma rotina de desenvolvimento em projetos fundidos pelas empresas no mundo (FUOCO, 2006).

Esses softwares normalmente usam um método numérico (MDF ou ED) para resolver o problema de transferência de calor de acordo com as condições de contorno torna-se uma ferramentaindispensável para melhor compreensão entre a teoria de projetos e o comportamento na prática de fundição de componentes metálicos (FERREIRA, 2014) (HYUK-JAE, 2018).

As etapas de discretização do projeto de simulação numérica e das condições de contorno incluem a definição no número de elementos a ser simulado, ou seja, a malha numérica, de acordo com a geometria do componente, definição dos parâmetros operacionais (condições de contorno) aserem simulados vinculando com a prática os mesmos, execução da simulação numérica e, análise dos resultados finais de simulação, ou seja de preenchimento e solidificação do projeto simulado (ANDERSEN, 2005).

Os defeitos de fundição muitas vezes podem ter origem no projeto do sistema de alimentação, bem como no tipo de liga metálica utilizada, qualidade da matéria-prima, tipo de moldagem adotada, propriedades físico-químicas do metal, e parâmetros do processo utilizados (BALDAM E VIERA, 2013).

O objetivo deste trabalho é caracterizar os possiveis defeitos de fundição presentes nos componentes metálicos estudados no mesmo, produzidos pelo

processo de injeção ou die casting. Para isso, os componentes foram analisados através de caracterização metalográfica em diferentes zonas das amostras estudadas, e os resultados foram comparados aos resultados obtidos na análise da injeção dos componentes, em software de simulação numérica por elementos finitos (FEM)

2. DESENVOLVIMENTO

Para a etapa de caracterização do material, utilizou-se Laboratório de Caracterização de Materiais do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Farroupilha. Já para realizaçãodas simulações numéricas do processo de die casting, utilizou-se o software de métodos elementosfinitos (FEM) InspireCast® para análise do processo, junto ao Laboratório de Fundição do InstitutoFederal do Rio Grande do Sul (IFRS) Campus Farroupilha.

O processo de simulação pelo software se inicia como base em um desenho CAD 3D do sistema de alimentação do fundido. De posse do projeto 3D, realiza-se o setup das variáveis de processo de injeção sob pressão (Tabela 1) como material, variáveis de injeção e temperaturas de processo. Posteriormente, o software realiza a criação de uma malha numérica ao projeto 3D do fundido para aproximação da malha numérica por elementos finitos. Por fim, serão realizadas as etapas de simulações do preenchimento e solidificação.

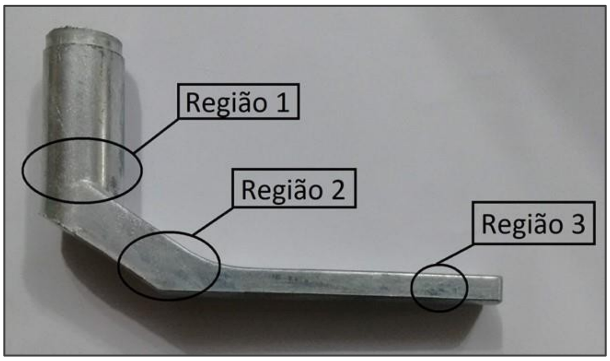
Tabela 1. Parâmetros de injeção utilizados na simulação numérica

Liga utilizada	ZAMAC
Temperatura de injeção	440°C - 460°C
Velocidade inicial (m/s)	3,6 m/s
Velocidade final (m/s)	36 m/s
Material da matriz	AISI H13
Temperatura da matriz metálica	100°C – 150°C

Fonte: Autores.

Para etapa de caracterização metalográfica dos componentes em estudo, foram definidas algumas regiões de análise, interessantes para estudo de possíveis defeitos de fundição, resumidos em três principais regiões, conforme a Figura 1.

Figura 1. Descrição das regiões de análise do componente



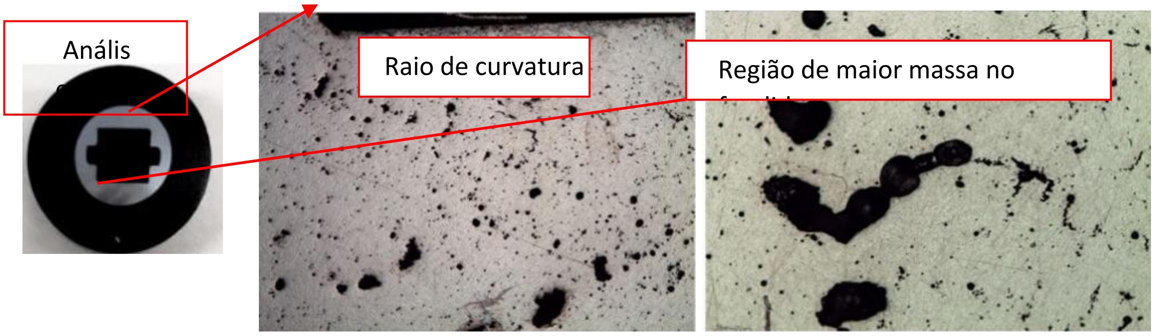
Fonte: Autores.

Após a seleção das regiões, as amostras foram preparadas metalograficamente, conforme norma de preparação metalográfica de matéria metálicos NBR 13284, através dos seguintes processos: embutimento em resina acrílica a frio, lixamento plano com lixas de carbeto de Silicio (SiC) nas granulometrias #120, #220, #320, #400, #600, #800 e #1200. Após o lixamento realiza- se o procedimento de polimento abrasivo dos corpos de prova em com uso de alumina 1 mícron, como abrasivo e ataque metalográfico com Nital 2 % em capela de ataques químicos.

A análise óptica e caracterização do material foi realizada em microscópio óptico através do uso do software Leica. Para realizar o comparativo entre os resultados simulados na injeção dos componentes foi realizada a caracterização metalográfica dos componentes em três regiões de interesse em possível formação de defeitos nas peças.

Sendo assim, os resultados de análise evidenciaram, microporosidades presentes nas regiões descritas na Figura 2, onde mostra a região 1 e alguns detalhes observados na realização do ensaio metalógrafo, apresentando microrechupes nas regiões indicadas na figura 2.

Figura 2. Microscopia mostrando microrechupes na região de análise 1, os detalhes em preto mostram as porosidadescaracterizadas nesta região do componente injetado. Nital 5 %. Aumento: 50X.

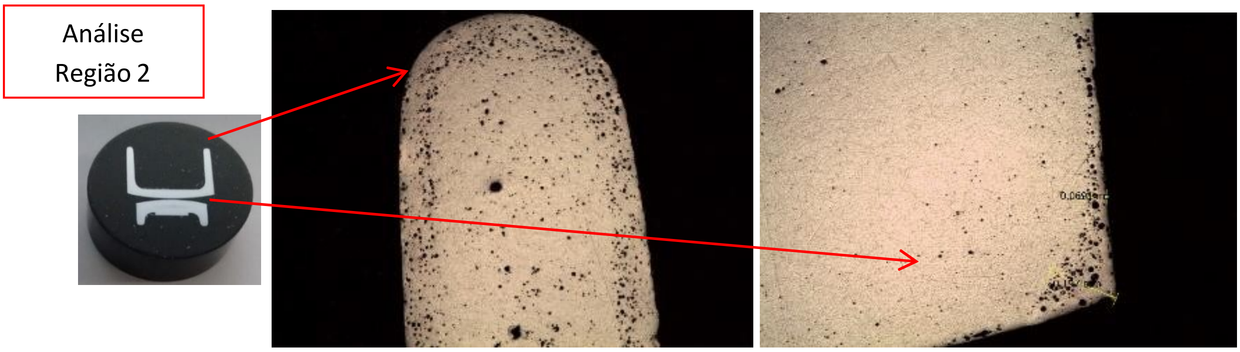


Fonte: Autores.

O tamanho das microporosidades foram medidos em software Leica junto ao microscópio ótico. Os resultados apresentaram valores entre 0,600mm e 0,900 mm de largura.

O mesmo problema é mostrado na região 2, região de maior massa do componente, onde observa-se a presença de microporosidades internamente ao material metálico, descrito na Figura 3.

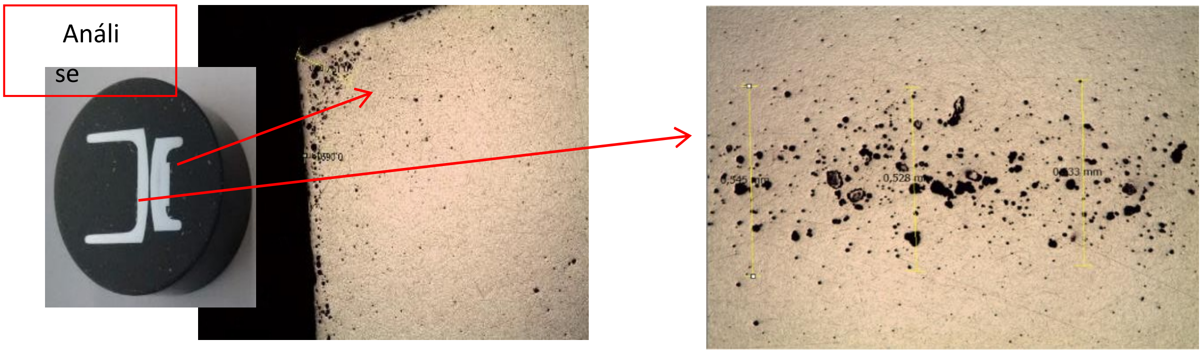
Figura 3: Microscopia mostrando microporosidades na microestrutura da região 2. Nital 5 %. 50X



Fonte: Autores.

Os resultados dessa região analisada, observa-se uma concentração maior de microporosidades no centro da massa, em toda extensão analisada. Os valores encontrados para a extensão da região apresentando microporosidades variou entre 0,500 mm até 0,600 mm aproximadamente.

Figura 4: Microscopia mostrando microporosidades na microestrutura da região 3 com maior incidência de porosidadesno fundido, conforme a imagem evidencia. Nital 5 %. Aumento: 50X



Fonte: Autores.

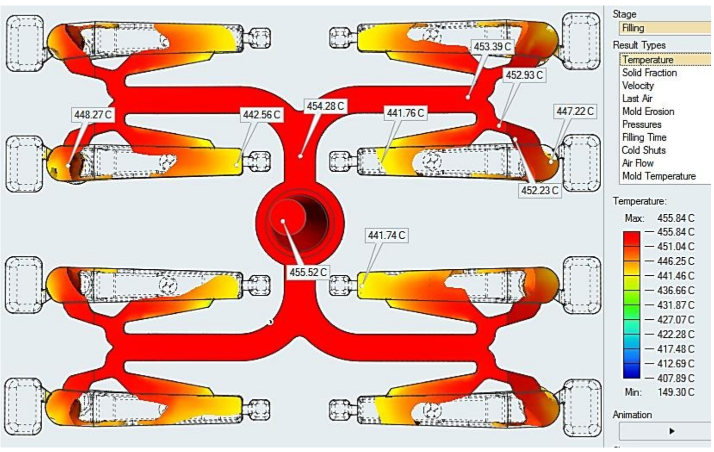
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE DA SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA INJEÇÃO

Os resultados obtidos neste estudo foram divididos em duas etapas: Análise das etapas de preenchimento da cavidade metálica e de solidificação realizado pelo metal fundido realizados através do software InspireCast®; e análise dos resultados obtidos na caracterização metalográfica.

O preenchimento do metal líquido ocorre com base na temperatura de injeção, indicada inicialmente pelas condições de contorno inseridas no software de simulação numérica. A Figura 4 apresenta os resultados do perfil de temperatura durante o preenchimento das cavidades da ferramenta, no momento em que o molde está em 83 % do preenchimento total de suas cavidades. Qualitativamente, verifica-se através da Figura 4, que existe simetria durante o preenchimento das distintas cavidades existentes no sistema de alimentação.

Figura 4. Distribuição de temperaturas com o preenchimento em 83% do total.



Fonte: Autores.

A existência de simetria na geometria do projeto da matriz é importante na caracterização dos defeitos relacionados a qualquer fluxo de metal líquido irregular na alimentação, comoporosidades e impurezas, por exemplo.

Verran *et al*. (2000) comentam que a simetria é importante para a determinação de defeitos e o perfil térmico da frente de solidificação é importante para a determinação de defeitos, como solda fria, entretanto não elimina a probabilidade de formação de defeitos após o ciclo de injeção do material.

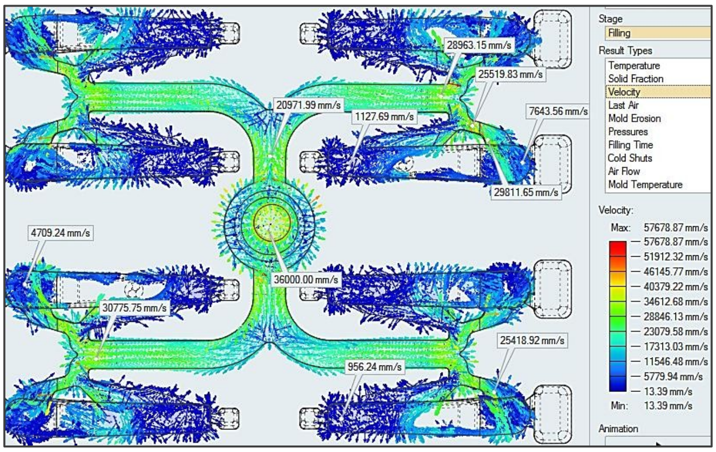
A temperatura do material para o canal de injeção foi de aproximadamente 455,52°C duranteos instantes iniciais do preenchimento das cavidades. Enquanto nas extremidades a temperatura apresenta um gradiente térmico maior, devido às taxas de resfriamento na matriz metálica, chegandonas extremidades por volta de 440 ºC.

Além disso, analisando a geometria dos canais de ataque das figuras da matriz (cavidades deinjeção), percebe-se que as distâncias do canal de entrada e dos canais de distribuição não são as mesmas. O canal ligado às cavidades das extremidades é ligeiramente mais extenso que o canal queliga ao centro de cada componente, quais ficam mais próximos à bucha de injeção central, conformea Figura 4 exemplifica. Cada cavidade foi alimentada por duas entradas com geometrias e secções transversais diferentes neste projeto estudado, o que pode ser uma oportunidade para melhoria de projeto futura.

Analisando as simulações sob a óptica do preenchimento, além da temperatura, é importante analisar o fluxo do preenchimento do metal líquido na cavidade ou velocidade de preenchimento (velocidade do fluido no molde em mm/s). A velocidade de preenchimento é fundamental na determinação de defeitos de fundição, baixo nível de porosidade são obtidos para baixas velocidades(VERRAN *et al*., 2006).

A Figura 5 mostra a velocidade de preenchimento do metal fundido e as velocidades aproximadas em cada região de alimentação do sistema de alimentação do ferramental, ou seja, desde o canal de entrada, distribuição, canal de ataque e figuras da matriz metálica de injeção.

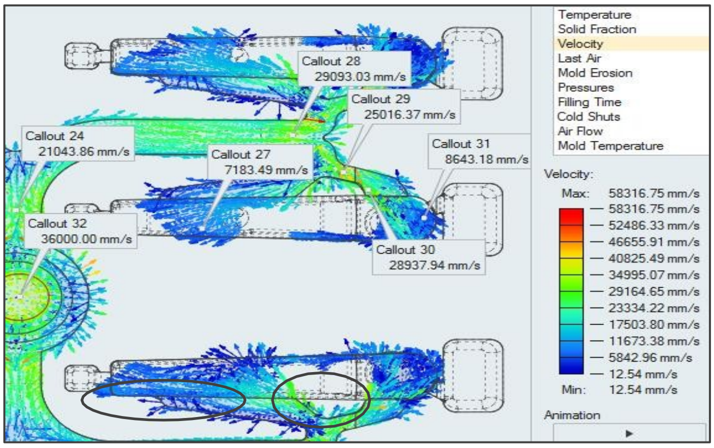
Figura 5. Perfil de velocidade de preenchimento em nível macro, do metal fundido, das figuras na matriz metálica, durante o preenchimento do metal líquido.



Fonte: Autores

Analisando com maiores detalhes o preenchimento da ferramenta e das cavidades da matriz, pode-se observar um gradiente de velocidades no preenchimento entre os canais de ataque das cavidades, conforme a Figura 6.

Figura 6. Velocidade de deslocamento do fluido metálico durante o preenchimento, evidenciando gradiente develocidades entre os canais de ataque das figuras na matriz metálica.



Fonte: Autores

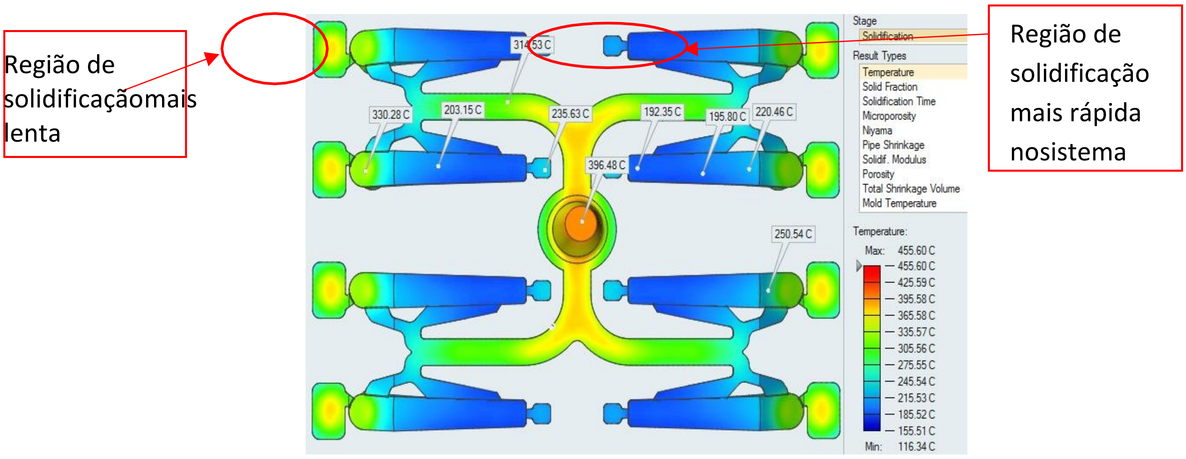
Observa-se uma grande velocidade de entrada do metal na matriz de 36000 mm/s, por exemplo. Essa velocidade vai reduzindo à medida que entra nos canais de distribuição 21043,86 mm/s e, mais próximo aos canais de entrada reduz para 29093,03 mm/s. Segundo Concer (2016), um gradiente de velocidades elevado no ciclo de injeção do material, tende a gerar outros problemascomo fluxo de alimentação turbulento, desgaste excessivo da matriz, porosidades e falhas de preenchimento no

material pós solidificação.

A partir dos canais de entrada, a velocidade reduz para outras regiões, provavelmente esse comportamento deve-se as reduções significativas entre as áreas dos canais de entrada, distribuição e ataque no Sistema de alimentação dos componentes, conforme observado nas Figuras 5 e 6 respectivamente.

A análise da Figura 7 mostra o perfil térmico descrito no momento em que ocorre o total preenchimento das cavidades com metal líquido e inicia a etapa de solidificação do material nas cavidades da matriz.

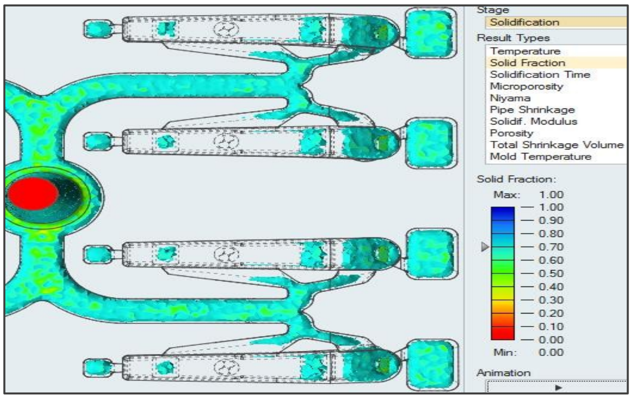
Figura 7. Perfil de temperatura de solidificação no sistema de injeção



Fonte: Autores

Como esperado segundo a teoria de solidificação, a Figura 7 demonstra que as regiões do conjunto do sistema de alimentação que apresentam menor espessura, são as que apresentam maiortaxa de resfriamento e, consequentemente, são as primeiras regiões a se solidificarem nesse conceitode sistema de injeção e geometria da peça fabricada. Isso fica evidenciado pela temperatura da extremidade das figuras em direção ao centro da matriz metálica. A Figura 8 exemplifica os resultados em termos de fração sólida do material durante a solidificação da liga na etapa de resfriamento do molde, em 26 % do resfriamento da árvore no molde.

Figura 8. Resultados de fração sólida durante a solidificação do material no interior do molde, pós injeção.



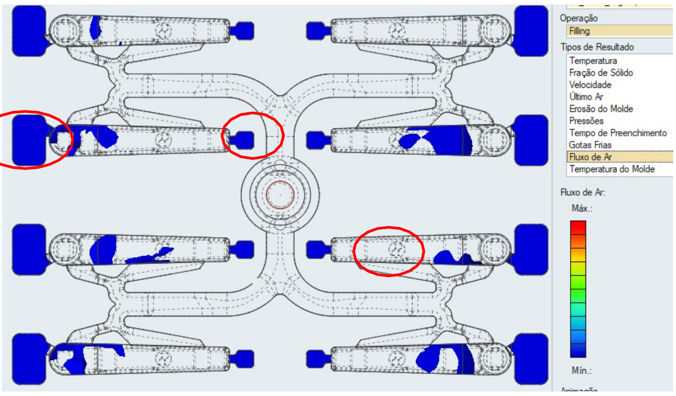
Fonte: Autores

Os resultados demonstram a formação de frações sólidas durante a solidificação da liga metálica são independentes entre si, antes mesmo de finalizar esta etapa de solidificação total da peça.

Esse fenômeno, conforme demonstra a Figura 8, gera a probabilidade para formação de defeitos do tipo microrechupes ou porosidades na solidificação. Neste estudo, o foco de análise é aformação de porosidades no material fundido.

Wang *et al*. (2011) apresentaram em seus estudos que a maior parte das porosidades formadas no processo de injeção tem sua origem no aprisionamento de gases. A análise da formaçãode porosidades pode ser evidenciada pela Figura 9, onde evidencia-se a formação de porosidades em função do deslocamento de ar dentro das cavidades das figuras da matriz, conforme a análise dessa ferramenta descrita pela Figura 9.

Figura 9. Análise de formação de porosidades em nível macro, devido ao aprisionamento de ar na alimentação da matrizmetálica pelo metal fundido

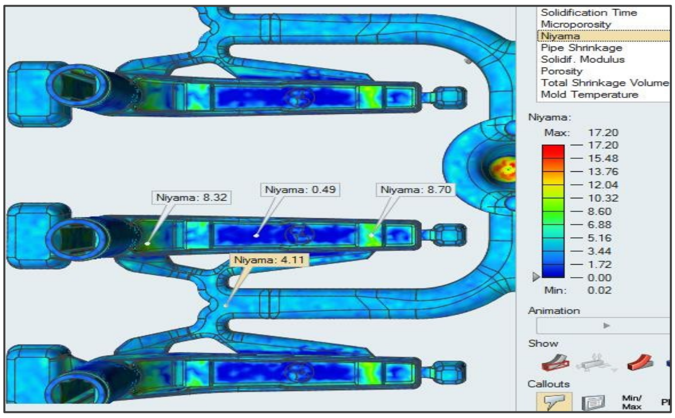


Fonte: Autores

Nessa rotina analisada pela Figura 9, as áreas azuis evidenciam as regiões possíveis de formação de porosidades no sistema de alimentação, tanto nas cavidades quanto nos canais de preenchimento, em função do aprisionamento de ar nessa regiões das cavidades.

Para complementar a análise da formação de porosidades, a Figura 10 mostra os resultados de probabilidade de formação de microporosidades segundo critério de Nyama.

Figura 10. Probabilidade de defeitos por microporosidades pelo critério de Nyama



Fonte: Autores.

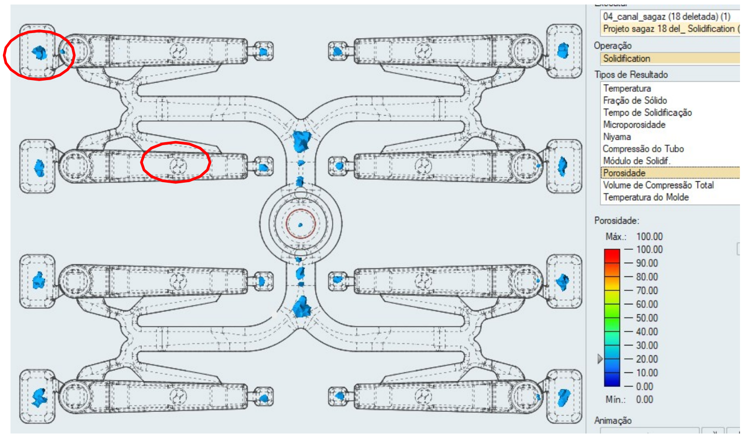
Esse critério leva em conta a formação de microporosidades durante a solidificação, em função da formação dendrítica do metal durante o fenômeno da solidificação do metal. Essa análise nos fornece formação de possíveis porosidades em função do resfriamento entre as dendritas de solidificação do material.

Sendo assim, temos dois tipos de defeitos de fundição similares: rechupes e poros. Rechupes são vazios que surgem na contração volumétrica durante a

solidificação. Os poros apresentam formato irregular, enquanto porosidades têm formato esférico (KIRKMAN, 2006).

Assim, para a análise do microrechupe pode ser descriminada pelos resultados na Figura 11no software de simulação. A Figura demonstra potenciais regiões de formação de porosidades no material, após a solidificação da liga metálica fundida.

Figura 11. Análise de formação de porosidades no material, após a etapa de solidificação da liga.



Fonte: Autores.

É possível utilizar de outros métodos para a avaliação da formação de porosidades além da simulação numérica como, por exemplo estatístico. Viana e Neto (2013) estudaram a otimização dos parâmetros do processo de injeção através do método Taguchi. Anastasiou (2002) utilizou o método de Taguchi para investigar a influência dos parâmetros do processo de fundição sob pressãona formação da porosidade nas peças.

4. CONCLUSÕES

Através deste trabalho e seus resultados, fica evidenciada a importância do recurso de análisee simulação numérica de componentes fundidos, baseados na análise por elementos finitos para a verificação e validação de projetos de engenharia. Com a competitividade do mercado, o investimento em tecnologia torna-se primordial para agregar valor ao produto, além de reduzir custos de possíveis retrabalhos.

Os objetivos deste trabalho foram satisfatórios em termos de análise de projeto em fundição, tendo sido possível estimar defeitos através do uso do software de

simulação por elementos finitos InpireCast e caracterização metalográfica dos componentes injetados.

Em geral, a perda de velocidade de preenchimento e áreas de baixa pressão na região da peça, favorece a formação de aprisionamento de ar, impurezas na frente de solidificação e consequentemente defeitos no fundido, como segregações, microporosidades e rechupes em um componente.

Em algumas regiões próximas ao canal de ataque das figuras, foram evidenciadas a formação de turbulência no preenchimento, devido à redução de velocidade abrupta no sistema de alimentação do componente no molde, ou seja gradiente de velocidade no preenchimento, onde aumenta-se fortemente a probabilidade de formação de defeitos no fundido após a solidificação de uma peça.

Os resultados de caracterização metalográfica apresentados evidenciam fortemente regiões com formação de porosidades e microrechupes no mesmo após solidificação.

Essa formação de defeitos normalmente pode ser minimizada ou otimizada pela mudança da construção dos canais de ataque na matriz metálica que minimizem os problemas analisados via simulação numérica. O objetivo é mudar o design dos mesmos para um sistema com menor formação de turbulência, o que vai minimizar a formação de defeitos no interior do fundido, pós etapa de solidificação do material na matriz metálica.

Cada empresa torna critérios de qualidade importantes ou não dentro do seu processo produtivo. Assim, os critérios de qualidade utilizados neste trabalho tratam de indicações e, para o objetivo para o qual foi desenvolvido este projeto, mostraram-se fundamentais e suficientes para seu processo produtivo.

Para este caso específico, a existência de porosidades não invalida a aplicação final do produto dentro do mercado, apenas indica melhorias de processo que podem ser realizadas. Porém se os defeitos se situarem superficialmente, pode prejudicar a qualidade do produto final.

Cabe ressaltar que os parâmetros de entrada usados no software foram estimados pelos autores, o que pode acarretar diferenças entre os resultados simulados e os resultados obtidos industrialmente.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. ABNT NBR 13284: Preparação de corpos-de-prova para análise metalográfica - Procedimento. Rio de Janeiro, 1995.

2. ANASTASIOU, K. S. Optimization of the aluminium die casting process based on the Taguchi method. Proceedings of the institution of mechanical engineers, part B: Journal of Engineering Manufacture, p. 216, 2002.

3. ANDRESEN, Bill, Die Casting Engineering, a Hydraulic, Thermal, and Mechanical Process, Ed.Marcel Dekker, New York, EUA. 2005.

4. BALDAM, R. L.; Vieira, E. A. Fundição - Tecnologias e técnicas correlatas. Editora Érica. 1ª edição. 2013.

5. CONCER, Dionei. Estudo do comportamento da porosidade via simulação numérica paraprodutos injetados em alumínio sob pressão. Tese. Universidade Federal do Paraná. 2016.

6. FERREIRA, João Paulo Silva. Simulação numérica e validação experimental de sistemas deenchimento em fundição injetada. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. 2014.

7. FUOCO, Ricardo. Curso de Fundição sob Pressão. IPT. 2006.

8. HYUK-JAE Kwon, Hong-Kyu Kwon. Computer aided engineering (CAE) simulation for the design optimization of gate system on high pressure die casting (HPDC) process. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 000 1-7. 2018.

9. KIRKMAN, S. Shinkage porosity: a guide correcting the problems. Wheeling: North American Die Casting Association, 2006.

10. PINTO, Helder A., SIVA, F. J. G. Italy Optimisation of die casting process in Zamak alloys. Procedia Manufacturing. International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, vol. 11. P. 517-525. 2017.

11. VERRAN, G. O. (1); Rebello, M.A. (2); Oliveira, C. G. Influência da velocidade de enchimentosobre a formação de defeitos em peças de alumínio: simulação numérica vs. Resultados experimentais. CBCIMAT, 2000.

12. VERRAN, Guilherme Ourique, MENDES, Rui Patrick Kanrad. Simulação numérica e DOE aplicados na melhoria do processo de fundição sob pressão de ligas de alumínio. Estudos tecnológicos - Vol. 2, n° 1:13-25. 2006.

13. IANA, Denilson José. NETO, Antônio Faria. Otimização do processo de fundição sob pressãoaplicando o método de taguchi die casting process otimization using taguchi method. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.13, n. 4, p. 1435-1465. 2013.

14. WANG, L.; TURNLEY, P.; SAVAGE, G. Gas content in high pressure die casting. Journal of Materials Processing Technology, p.1510-1515, 2011.

CAPÍTULO 13

A ELABORAÇÃO DE PARÓDIAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Fabíola Damasceno de Lourdes
Mestra em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)
Instituição: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)
Endereço: Avenida Alberto Lamego, 875 - Parque California, Campos dos Goytacazes/RJ, Brasil.
E-mail: fabiola@pq.uenf.br

Érika Soares Bull
Doutora em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro(UENF)
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF) - Campos Centro
Endereço: Rua Dr. Siqueira, 273 - Parque Dom Bosco, Campos dos Goytacazes/RJ, Brasil.
E-mail: ebull@iff.edu.br

RESUMO: No presente trabalho propõe-se a utilização de recursos didáticos diferenciados, com enfoque na construção de paródias como alternativa que desperte a motivação e o interesse dos alunos. O objetivo foi investigar se através da elaboração de paródias no ensino de Química, é possível promover uma fixação mais eficiente dos conteúdos, criativa e atrativamente, resultando em um maior estímulo dos alunos em estudar a disciplina. O trabalho foi desenvolvido ao longo de um ano letivo, dividido em quatro etapas. Aulas de revisão foram ministradas, utilizando recursos didáticoscomo jogos e experimentos, para que posteriormente, os alunos construíssem as paródias. Os resultados obtidos foram muito satisfatórios. A partir das letras das paródias produzidas, notou-se que os alunos estudaram para ter um domínio do assunto e os mesmos alegaram que contribuiu parao processo de fixação dos conteúdos, de forma mais divertida, resultando em um maior interesse, motivação e participação. Como culminância do trabalho, as paródias foram apresentadas em um musical, intitulado "Musicalizando a Química em forma de paródias", que foi um evento realizado no IF Fluminense *campus* Campos Centro. Concluiu-se que a utilização de recursos didáticos diferenciados e a elaboração de paródias cooperou para um melhor processo de ensino e aprendizagem deste grupo de alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química, Recursos didáticos, Música, Paródias.

ABSTRACT: In this work we propose the use of differentiated didactic resources, focusing on the construction ofparodies as an alternative that arouses the motivation and interest of students. The objective was to investigate whether through the elaboration of parodies in the teaching of chemistry, it is possible to promote a more efficient fixation of contents, creatively and attractively, resulting in a greater stimulus for students to study the subject. The work was developed over a school year, divided intofour stages. Review classes were given, using didactic resources such as games

and experiments, so that later the students could build the parodies. The results obtained were very satisfactory. From the letters of the parodies produced, it was noted that the students studied to have a mastery of the subject and they claimed that they contributed to the process of fixing the contents, in a more entertaining way, resulting in greater interest, motivation and participation. As a culmination of the work, the parodies were presented in a musical, entitled "Musicalizando a Química em forma de paródias", which was an event held at the IF Fluminense campus Campos Centro. It was concluded that the use of differentiated didactic resources and the elaboration of parodies cooperated for a better teaching and learning process of this group of students.

KEYWORDS: Teaching Chemistry, Didactic resources, Music, Parodies.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Saviani (2012), foi posteriormente à Revolução Industrial que o modelo de ensino tradicional se estabeleceu, implementando-se assim nos sistemas nacionais de ensino.

No ensino de Química em particular, o senso crítico dos alunos acerca do mundo ao redor pode ser desenvolvido, possibilitando uma maior compreensão dos fenômenos. Quando atrela-se osconhecimentos do cotidiano com os científicos, pode-se alcançar os objetivos e as justificativas quemotivam e fundamentam o ensino dessa disciplina, abrindo mão da memorização, que é uma das características do ensino tradicional (COLINVAUX e CARDOSO, 1999).

Os professores costumam ser questionados pelos seus alunos quanto ao porquê de ser necessário estudar determinados conteúdos na Química. A insatisfação de grande parte dos estudantes com as respostas recebidas, acarreta em uma desmotivação para estudar a disciplina (ZABALA, 2007).

Segundo Zabala (2007), juntamente a esse contexto, o aprendizado torna-se prejudicado, uma vez que a complexidade da disciplina passa a ser um fator preponderante para não ter estímuloem estudá-la. Desta forma, uma barreira acaba sendo criada entre o ensino do professor e a aquisição do saber pelo aluno. O estudante sente-se incapacitado em compreender os conteúdos, memorizando-os.

Por conseguinte, como forma de estreitar a relação entre o professor, o aluno e o conhecimento, a música na forma de paródias pode ser utilizada como uma alternativa. Esse recurso didático pode ser compreendido como uma atividade lúdica, proporcionando e ampliando um conhecimento específico, com o despertar do senso crítico sobre valores, padrões e regras (OLIVEIRA *et al*., 2008).

No entanto, o diferente traz desconfianças quanto a sua eficácia, o que pode ser uma das justificativas do fato de grande parte das escolas visualizar o lúdico como algo que não possui eficiência. Porém, este pode ser adotado como um agente motivador, e não como algo para simplesdiversão que desvia a atenção (MENEZES, 2001).

À vista disso, surgiu o questionamento: será que é possível tornar o processo de ensino eaprendizagem mais motivador, interessante e atrativo para o aluno através da construção deparódias? Mediante a essa pergunta, era esperado que o trabalho pudesse contribuir de formasignificativa no processo de ensino e aprendizagem,

tornando o mesmo mais prazeroso para o aluno. E assim, o objetivo deste trabalho foi investigar se a música, através da elaboração de paródias, pode proporcionar maior compreensão e fixação dos conteúdos de Química e motivar osalunos em aprendê-los. Se justificando na importância do professor se reinventar, buscandoestratégias que tornem o processo de ensino e aprendizagem mais interessante e motivador para oaluno. Para que desta forma, o estudante, em específico na Química, sinta um prazer em estudar adisciplina, e não estude-a por uma obrigação. Por conseguinte, que o aprendizado ocorra de umaforma mais agradável, o conteúdo por vez seja melhor compreendido e o estudo ocorra de forma mais leve, a partir de um aluno mais motivado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O modelo de ensino tradicional é caracterizado pela transmissão e recepção do conhecimento, na qual o professor se encontra em uma posição ativa e o aluno em uma posição passiva, sendo robotizado a memorização de conceitos e termos, como única alternativa para o alcance de um aproveitamento suficiente nas avaliações (ARAGÃO e SCHNETZLER, 1995).

Segundo Saviani (2012), a capacidade de reflexão e questionamento dos alunos acerca de um determinado assunto é negada, quando adota-se a ideia de que os mesmos são passivos, possuindo o papel somente de absorver os conhecimentos transmitidos pelo professor.

No ensino de Química, em específico, até nos dias atuais, pode-se perceber que o modelo tradicional é bastante utilizado, o que acarreta em reflexos nos alunos, uma vez que os mesmos encontram-se em uma posição inativa, surgindo assim a falta de interesse e a desmotivação em estudar os conteúdos da disciplina (VASCONCELOS e ROCHA, 2016).

Neste contexto, a música pode ser uma interessante alternativa para o estreitamento do diálogo entre professores, alunos e conhecimento, sendo um atrativo recurso didático, uma vez que busca despertar o interesse e a motivação dos alunos, atraindo o público jovem através de suas conhecidas melodias (SILVEIRA e KIOURANIS, 2008).

Segundo Vygotsky (1999), a realidade objetiva e a arte estão interligadas uma a outra, mesmo a arte não se constituindo uma cópia rigorosa dessa realidade, e sim

algo novo e criativo que se transforma em um produto cultural. Ele defende a funcionalidade da arte, na qual ocasiona alterações no humor imediato dos indivíduos, objetiva sentimentos e outras potencialidades humanas, sendo capaz de proporcionar modificações no psiquismo das pessoas.

Na antiguidade a arte da música tinha uma posição de destaque, sendo disciplina obrigatórianos currículos básicos. A medida que ela foi perdendo espaço na escola, de alguma forma houve uma desvalorização crescente desse saber pelo meio social, uma vez que o conhecimento técnico- científico se sobrepõe ao conhecimento de natureza artística, devido ao caráter industrial da sociedade (GRANJA, 2006). Contudo, o uso de atividades diferenciadas, como a música nas aulasde Química, desperta a motivação dos alunos em aprender, sendo um fator de avanço para o professor (COUTINHO e HUSSEIN, 2013).

Segundo Oliveira e colaboradores (2008), o uso da música através das paródias, pode ser compreendida como uma atividade lúdica, na qual proporciona e amplia determinado conhecimentoespecífico seguido da estimulação da sensibilidade e reflexão sobre padrões, valores e regras.

Na construção de uma paródia o indivíduo consegue visualizar, escutar e cantar a letra da mesma, fazendo diferentes conexões e estimulando outras áreas do cérebro, o que contribui para uma significativa aprendizagem (COUTINHO e HUSSEIN, 2013).

Define-se paródia como uma obra já existente que é recriada, podendo ser um filme, uma música ou um poema, crítica, irônica, cômica e/ou satiricamente. Suas características básicas sãoa intertextualidade (criação de um texto a partir de outro existente) e a intratextualidade (referênciasde outro texto para confeccionar um novo trabalho). No Brasil, de acordo com a lei nº 9.610, de 19de fevereiro de 1998 art. 47, que aborda sobre os direitos autorais, todas as paródias que não reproduzem de forma idêntica a obra originária, são válidas.

Além da música, outros recursos didáticos lúdicos, como os jogos e experimentos são de grande eficácia, uma vez que fornecem uma contribuição para que o aluno assimile melhor os conteúdos e faça conexões com o mundo ao redor, atrelando a realidade aos conhecimentos por ele adquiridos, acarretando em melhorias no processo de ensino e aprendizagem (CUNHA, 2012; GALIAZZI e GONÇALVES, 2004). Nesse contexto, a maneira que o ensino é ministrado e as

metodologias que são utilizadas, podem definir a relevância do aprendizado do aluno.

2. METODOLOGIA

A pesquisa em questão possui um caráter qualitativo, visando compreender um grupo social, na qual busca respostas sem a quantificação de valores, validando os dados obtidos e analisados por intervenção de diferentes abordagens. A coleta de dados foi feita mediante questionários aplicados no início e fim do trabalho juntamente com as letras das paródias elaboradas pelos alunos.

O trabalho foi aplicado a 20 alunos do segundo ano de uma turma do Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal Fluminense de Educação, Ciência e Tecnologia *campus* Campos Centro, na cidade de Campos dos Goytacazes, interior do Rio de Janeiro.

A aplicação do trabalho foi dividida em quatro etapas ao longo do ano letivo de 2017, na qual cada uma das etapas aconteceu no período de um bimestre, conforme a sistematização apresentada no Quadro 1, da relação entre as etapas, bimestres, temas e conteúdos trabalhados.

Quadro 1 **-** Sistematização da aplicação.

ETAPA	**BIMESTRE**	**TEMA**	**CONTEÚDOS TRABALHADOS**
Primeira	Primeiro	Soluções	Tipos de soluções
			Solubilidade
			Concentração comum
			Densidade
			Título e porcentagem em massa
			Partes por milhão (ppm)
			Molaridade
			Diluição de soluções
Segunda	Segundo	Eletroquímica	Reações de oxirredução
			Pilha de Daniell
			Cálculo da diferença de potencial (ddp)
			Pilhas e baterias comerciais
			Descarte adequado de pilhas e baterias
			Corrosão e processos de prevenção
			Eletrólise ígnea
			Eletrólise aquosa
			Aplicações da eletrólise
Terceira	Terceiro	Termoquímica (1° momento)	Processos endotérmicos, exotérmicos e medidas de quantidade calor
			Entalpia e sua variação
			Entalpia de formação, reação, combustão e ligação
			Lei de Hess
		Cinética Química (2° momento)	Estudo da velocidade das reações químicas
			Fatores que influenciam na velocidade das reações (superfície de contato, temperatura, concentração dos reagentes e catalisador)
			Lei da velocidade
Quarta	Quarto	Equilíbrio Químico	Grau de equilíbrio
			Constante de equilíbrio
			Deslocamento de equilíbrio

Fonte: Os Autores.

O processo de construção das paródias pelos alunos se deu após as aulas regulares ministradas pela professora titular da turma e de aulas de revisão ministradas pela autora do trabalho,que ocorriam nos horários vagos da turma, onde os alunos se dispuseram a comparecer. Recursos didáticos diferenciados, como jogos e experimentos, foram utilizados durante as aulas de revisão afim de motivar e estimular os alunos durante o processo. Os Quadros 2, 3, 4 e 5 apresentados abaixo,mostram detalhadamente como ocorreu cada uma das etapas.

Quadro 2 **-** Detalhamento da primeira etapa.

PRIMEIRA ETAPA	
1° dia	- Aplicação do questionário inicial.
2° dia	- Formação de grupos com 2 ou 3 alunos para a construção da paródia que foi feita em casa após as aulas de revisão.
3° dia	- Aula de revisão com a utilização do Jogo do Bingo das Soluções (Anexo 1) como recurso didático.
4° dia	- Aula de revisão com experimentação: - Tipos de solução; - Boia ou afunda; - Condução de eletricidade.
5° dia	- Correção das paródias juntamente com os alunos.
6° dia	- Apresentação das paródias em sala de aula, pelos alunos, de forma livre.

Fonte: Os Autores.

Quadro 3 - Detalhamento da segunda etapa.

SEGUNDA ETAPA	
1° dia	- Conversa com a turma sobre o cronograma de atividades do bimestre.
2° dia	- Aula de revisão com a utilização do experimento da Pilha de Limão como recurso didático.
3° dia	- Primeira correção das paródias que foram elaboradas em casa, pelos mesmos grupos da primeira etapa, referentes ao conteúdo de pilha.
4° dia	- Aula de revisão sobre eletrólise com destaque nas diferenças entre pilha e eletrólise.
5° dia	- Continuação da aula de revisão sobre eletrólise com a utilização do experimento de Produção de Soda Caústica como recurso didático; - Segunda correção das paródias com o acréscimo do conteúdo sobre eletrólise.
6° dia	- Apresentação das paródias no auditório.

Fonte: Os Autores.

Quadro 4 - Detalhamento da terceira etapa.

TERCEIRA ETAPA	
Primeiro momento	
1° dia	- Aviso prévio aos alunos para estudarem em casao conteúdo, antes da aula; - Elaboração da paródia em sala de aula: - Escolha da música original; - Destaque no quadro, feito pelos alunos, dostópicos mais importantes do conteúdo; - Divisão dos grupos; - Utilização do Jogo da Trilha (Anexo 2)como recurso didático, onde através dele a paródia foi construída; - Colocação no quadro da paródia elaborada; - Paródia construída cantada por todos.
Segundo momento	
1° dia	- Aula de revisão, com o auxílio de slides, sobre Cinética Química, com a apresentação de situações-problema e realização de experimentoscomo recurso didático.
2° dia	- Discussão sobre lei de velocidade e a suaconstante; - Resolução de exercícios; - Escolha da música original para elaboração daparódia.
3° dia	- Elaboração da paródia em sala de aula: - Destaque no quadro dos tópicos maisimportantes do conteúdo; - Divisão dos grupos; - Determinação dos tópicos escolhidos e parteda música original para cada grupo; - Colocação no quadro da paródia elaborada; - Paródia construída cantada por todos.

Fonte: Os Autores.

Quadro 5 - Detalhamento da quarta etapa.

QUARTA ETAPA	
1° dia	- Aula de revisão com exercícios.
2° dia	- Aula de revisão com a utilização do jogo "Quimibol" como recurso didático, que consisteem um jogo de futebol de tabuleiro, cujos lancessão feitos a partir dos erros e acertos dos alunos mediante as perguntas acerca do conteúdo.
3° dia	- Elaboração da paródia em sala de aula: - Destaque no quadro dos tópicos maisimportantes do conteúdo; - Divisão dos grupos; - Determinação dos tópicos escolhidos e trecho da música original para cada grupo; - Colocação no quadro da paródia elaborada; - Paródia construída cantada por todos; - Conversa sobre o Musical.
Realização do evento "Musicalizando a Química em forma de paródias" que consistiu em um teatro musical apresentado para um público de em torno 130 pessoas no IF Fluminense *campus* Campos Centro na qual apresentou cenas do cotidiano que a Química encontra-se presente, e no fim de cada cena uma paródia foi apresentada explicando teoricamente a Química por trás da mesma.	
Aplicação do questionário final	

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após ter sido feita a coleta de dados, alguns dos resultados obtidos serão apresentados abaixo:

- Melhor fixação dos conteúdos

De acordo com a declaração dos alunos, 95 % deles alegaram que a elaboração de paródias contribuiu para uma melhor fixação dos conteúdos.

- Maior motivação

Já 90 % deles alegaram que tiveram uma maior motivação para estudar os conteúdos de Química, com as aulas de revisão ministradas utilizando os experimentos e jogos como recursos didáticos e com a elaboração das paródias.

Esses dados corroboram com o que diz Cunha (2012) e Galiazzi e Gonçalves (2004) que a utilização de diferentes recursos didáticos, como experimentos e jogos, pode contribuir para uma maior motivação do aluno, o que facilita o processo de fixação do conteúdo, como também promove um ambiente mais dinâmico e descontraído, retendo a atenção do mesmo.

- Desenvolvimento da criatividade dos alunos

As letras confeccionadas exploram o processo criativo dos alunos atrelado a imaginação, juntamente com o estudo dos conteúdos, para que conseguissem elaborar as letras apresentadas, reafirmando o que disse Vygotsky (1999) que a criatividade e a imaginação são processos psicológicos que estão estreitamente ligados com a arte, e uma vez que se produz a arte, pode-se cristalizar nela complexas atividades mentais.

- Vinte paródias elaboradas com vários dos conteúdos trabalhados sendo abordados

No total foram elaboradas 20 paródias, onde foi possível perceber que muitos dos conceitos discutidos foram expostos nas letras construídas, na qual abaixo serão apresentadas 10 delas:

Paródia 1: O que são as soluções? Música
original: Bob Esponja: Calça quadrada

“O que são as soluções? Misturas
homogêneasEu não ouvi direito...
Misturas homogêneas MOOOL
Quantidade de soluto inferior? Solução insaturada!
Soluto superior e precipitado? Saturada com corpo de fundo!
Quando há aumento de temperatura? Será supersaturada!
E as soluções do que são formadas? Sempre de dois componentes
O soluto e o solvente, usamos coeficiente
Fórmula eficiente
Não esqueceeeee, da densidadeeeee.” Autoria de: GM, LL e DV

Paródia 2: O toddy se dissolveu
Música original: O nosso santo bateu

“As vezes acho que devia te mexer mais vezes
Porque o toddy é o que eu gosto mais que qualquer coisa
É minha mistura preferida sim, é sim
Tem hora que o toddy faz com leite quente
Faz com que o coeficiente de solubilidade aumente
Pois muito toddy eu coloco sim
Eu acordei de manhã cedinho, com uma vontade de tomar toddynho
Pedi pra minha mãe preparar, toddy pra eu tomar
O toddy se dissolvia, a densidade do leite crescia
Mas a solução saturou, pois muito toddy minha mãe colocou.” Autoria de: AA, IR e LC.

Paródia 3: Olha a solução
Música original: Olha a explosão

“Essa matéria é terrorista
Fabíola é especialista
Olha o que ela faz
Parece até uma cientista
Solução não é difícil mas não se esquece não
Elas têm três tipos, também tem concentração
Olha a solução
Quando há aquela homogeneização
Quando o soluto e o solvente estão
Juntos na mesma mistura e não
Há duas fases virou solução ão ão ão ão
Quando o soluto tem pouco mermão
Insaturada nossa solução
Bota soluto e agora então
Virou saturada nossa solução ão ão ão ão.” Autoria de: LM, MF e MM

Paródia 4: Fazer pilha
Música original: Fazer falta

“Na hora que estudar
Vai ver que isso não é drama
O que perder vai oxidar
E o que reduz é o que ganha
Mas as semi-reações, vamos somar
Para a de oxirredução conseguir
E no potencial, um vai oxidar
E o outro, vai reduzir
Se sua pilha funcionar, não vou te criticar
Ta de parabéns, parabéns
Mas pra isso acontecer, calcule a ddp

E calcule bem, calcule bem
Oah!
Então grava, então grava
A pilha de Dani
Então grava, então grava
A oxidação e redução
Redução, redução
Na hora que estudar
Vai ver que a eletrólise não é espontânea
Pra funcionar, vai precisar
De uma corrente elétrica
Na aquosa, vai dissociar
E na ígnea, vai fundir
Fiz essa letra pra te ajudar
Então presta atenção e não conversa
Se sua pilha funcionar, não vou te
criticarTa de parabéns, parabéns
Mas pra isso acontecer, calcule a ddp
E calcule bem, calcule bem
Oah!" Autoria de: LS e MEP

Paródia 5: Hey now
Música original: Smash Mouth (abertura Shrek)

"Um dia numa aula, ouvi essa palavra e agora sei o que são pilhas
Através de reações de oxirredução
Transformam, energia química em elétrica
E sei que na eletrólise, o processo é reverso
A energia elétrica, é transformada em química
Com eletrodos inertes e passagens de corrente
Tanto faz aquosa ou ígnea
Tanta coisa a estudar, tanta coisa a ler
Mas com certeza vamos aprender

E pelo nox vou saber, a reação que vai acontecer
Hey now! Na pilha de Daniell
O catodo, reduz
Logo, o anodo vai oxidar
E a corrente, vai formar
Na eletrólise lembrar
E ver quais íons vão se formar
A natureza dos metais vai
influenciarA ddp que vai se formar
Mas se a pilha esquentar
Na reação vai influenciar
A galvanoplastia, vai revestir
Metais com outros para produzir
E outro uso da eletrólise
É a proteção contra a corrosão
Hey now! Na pilha de Daniell
O catodo reduz
Logo, o anodo vai oxidar
E a corrente vai formar
Na eletrólise lembrar
E ver quais íons vão se formar." Autoria de: AV e IA

Paródia 6: Oxirredução é difícil pra caramba
Música original: Cara bacana

"Foi difícil, aprender essa matéria que a Fabíola
tanto amaOxirredução é difícil pra caramba
Transferência de elétrons, que se perde ou se ganha
E o exemplo é a lâmpada
Oxidação, tem perda de elétrons e o nox aumenta
Na redução é o contrário, só tenta
Mas não se esqueça, temos a reação global
Que é a oxirredução

Amor, nessa reação há transferência de elétrons
O agente oxidante se reduz
E o agente redutor se oxida
Não é tão difícil amiga
No anodo, há a “geração” de elétrons e o polo é negativo
Catodo recebe elétrons e o polo é positivo
A ddp move os elétrons de um polo para o outro
E a medida é em volts
Pilhas, temos de Daniell, Leclanché e Alcalinas
Tem de Níquel, Cádmio e Mercúrio
E o eletrodo padrão é o hidrogênio
Que fica inerte na platina
Eletrólise, é exatamente o contrário da pilha
Converte a energia elétrica em química
Além disso não é um processo espontâneo
E tem a aquosa e a ígnea
Ígnea, é uma reação utilizada na indústria
E a passagem da corrente elétrica
É feita em uma substância
fundidaIônica e liquefeita
Aquosa, tem os íons da substância dissolvida
A eletrólise do cloreto de sódio é um exemplo
Produz-se soda, gás cloro e hidrogênio,
Só um cátion e um ânion participam.” Autoria de: IS, JP e TC

Paródia 7: Brincadeira de Cinética
Música original: Brincadeira de criança

“Acorda IFFiano ta na hora da gente estudar (cinética)
Estudar os fatores que na *VM vão influenciar ah ah ah *velocidade média
Nessa relação tem que ter concentração
Com o tempo pra podermos calcular
Negativo no reagente vai ficar (E aquela teoria vai rolar)

- Colisão!
- Fala teoria!
- Pra acontecer no lugar certo tem que bater?
- É claro que sim!

E os fatores que vão influenciar
Catalisadores? É!
Temperatura?
É!Inibidor? É!
Pressão? Eu já falei que é!
Concentração? É!
Superfície de contato? É!
Qual a Lei de Velocidade, cara?
Pera, quanto maior o valor de
K...Mais rápida a reação!
Leeei da velocidade
Vai dizer, vai dizer K vezes os reagentes
Reagentes, reagentes
Elevados aos expoentes
Expoentes, expoentes
Que juntos dão a ordem da reação." Autoria de todos os alunos da turma.

Paródia 8: Eletroquímica
Música original: Rebelde

"Eletroquímica vai te ajudar
A entender sobre elétrons
A pilha é uma reação espontânea
A gente tem que entender
Estudei sozinha mas eu não aprendi
Então Fabíola e Lara me ajuda aqui
ELETROQUÍMICA
Redução é ganho de elétrons
ELETROQUÍMICA

Logo é agente oxidante
ELETROQUÍMICA
Tem que calcular seu nox
ELETROQUÍMICA
Tem anodo e tem catodo
E em Química... Dessa vez... Eu não reprovarei
A eletrólise, pode complicar
Porque é o inverso da menina pilha
Os pólos mudam poder-se-ia errar
Vais acertar, vais acertar a questão
Tem a ígnea e a aquosa aqui
O resto não muda, então já entendi
A ELETRÓLISE
Ocorre por corrente elétrica
A ELETRÓLISE
Não é reação espontânea
NA ELETRÓLISE
Catodo ocorre redução
A ELETRÓLISE
E no anodo, oxidação
E em Química… Não vou chorar
Estudei, estudei... e não aprendi
Então Fabíola e Lara me ajuda aqui
ELETROQUÍMICA
Redução é ganho de elétrons
ELETROQUÍMICA
Logo é agente oxidante
A ELETRÓLISE
Ocorre por corrente elétrica
A ELETRÓLISE
Não é reação espontânea.” Autoria de: TA e NC.

Paródia 9: Oxirredução
Música original: Abertura do Clube das Winxs

"Sei que na pilha, vai acontecer
Uma oxirredução
Pilha!
Quando ocorre no anodo
Tem aumento do nox
Pela oxidação
Pilha!
Quando ocorre no catodo
Tem a diminuição do nox
Pela redução
Sei que na eletrólise
Vai acontecer uma
inversãoNa eletrólise ígnea
O componente incendeia
Dando início a uma separação química
E na pilha, a ponte salina
Controla a oxirredução
Mantendo o equilíbrio
POR e GRO gravado!
Pilha!
Quando perde o elétron
Vira agente redutor
E a solução fica diluída
Pilha!
Experiência igual não há
Eletrólise você vai ver
Aquosa, vai separando
Piiiilhas!
Fantásticas pilhas
Elas podem gerar

A energia mais forte
Tem a marca duracell." Autoria de: PVB, PVG e JR

Paródia 10: É na termoquímica
Música original: Cheia de manias

"É na termoquímica
Que tem entalpia
Processo exotérmico
Libera energia
Com esse processo
O calor sai de mim
Ocorrendo uma reação
E no endotérmico vai ter que fazer
Vai absorver calor pra mim
Pra mim
Então me ajude a calcular
Essa variação de energia
Que vai absorver ou liberar
E quanto maior o delta H instabiliiiza você
Delta delta H, delta delta H."
Autoria de todos os alunos da turma.

- Maior estruturação e organização dos conteúdos

Muitos dos conceitos trabalhados em sala de aula foram explorados nas letras das paródias elaboradas, reafirmando o que foi dito por Coutinho e Hussein (2013), que a música contribui paraque os alunos estruturem e organizem os conteúdos a partir da elaboração de paródias.

Abaixo será apresentado no Quadro 6, alguns dos conteúdos trabalhados que foram mencionados em determinados trechos das paródias.

Quadro 6 - Relação entre conceitos trabalhos e os trechos das paródias

CONCEITOS TRABALHADOS	TRECHOS DAS PARÓDIAS
SOLUÇÕES	
TIPOS DE SOLUÇÕES	"Quantidade de soluto inferior? Solução insaturada! Soluto superior e precipitado? Saturadacom corpo de fundo! Quando a aumento de temperatura? Será supersaturada!" (Paródia 1)
	"Solução não é difícil... Elas têm três tipos..."(Paródia 3)
	"Quando o soluto tem pouco mermão, insaturadanossa solução, bota soluto e agora então, virou saturada nossa solução." (Paródia 3)
	"Mas a solução saturou, pois muito *toddy* minhamãe colocou." (Paródia 2)
SOLUTO E SOLVENTE COMO COMPONENTES DA SOLUÇÃO	"Quando o soluto e o solvente estão, juntos namesma mistura..." (Paródia 3)
	"E as soluções do que são formadas? Sempre dedois componentes, o soluto e o solvente." (Paródia 1)
SOLUÇÕES APRESENTAM UMA FASE, SENDO UMA MISTURA CLASSIFICADACOMO HOMOGÊNEA	"Olha a solução, quando há aquela homogeneização." (Paródia 3)
	"...e não, há duas fases virou solução."(Paródia 3)
	"O que são as soluções? Misturas homogêneas."(Paródia 1)
	"Porque o *toddy* é o que eu gosto mais que qualquer coisa, é minha mistura preferida sim"(Reconheceram ser uma mistura mas não explicitaram ser homogênea." (Paródia 2)
COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE QUE É DADO PELA RELAÇÃO ENTRE O SOLUTO E O SOLVENTE	"O soluto e o solvente, usamos coeficiente."(Paródia 1)
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE	"Tem hora que o t*oddy* faz com leite quente, fazcom que o coeficiente de solubilidade aumente."(Paródia 2)
DENSIDADE	"O *toddy* se dissolvia, a densidade do leitecrescia." (Paródia 2)
PILHA E ELETRÓLISE	
ESPONTANEIDADE DAS PILHAS / ENERGIA QUÍMICA CONVERTIDA EMELÉTRICA	"A pilha é uma 'reação' espontânea."(Paródia 8)
	"Através de reações de oxirredução, transformamenergia química em elétrica." (Paródia 5)
CONCENTRAÇÃO E DILUIÇÃO DASOLUÇÃO	"Quando perde o elétron, vira agente redutor e asolução fica diluída." (Paródia 9)
ANODO / POLO NEGATIVO / OXIDAÇÃO ECATODO / POLO	"Tem anodo e tem catodo."(Paródia 8)
	"Na pilha de Daniell, o catodo reduz, logo o anodovai oxidar e a corrente vai formar." (Paródia 5)

POSITIVO / REDUÇÃO	“No anodo, há a “geração” de elétrons e o polo é negativo, catodo recebe elétrons e o polo épositivo.” (Paródia 6)
DIFERENÇA DE POTENCIAL (ddp)	“Se sua pilha funcionar... Ta de parabéns, parabéns,mas pra isso acontecer calcule a ddp.” (Paródia 4)
	“A natureza dos metais vai influenciar, a ddp quevai se formar.” (Paródia 5)
	“A ddp move os elétrons de um polo para o outro, ea medida é em volts.” (Paródia 6)
PONTE SALINA	“E na pilha, a ponte salina, controla a oxirredução, mantendo o equilíbrio.” (Paródia 9)
DIFERENTES TIPOS DE PILHAS	“Pilhas, temos de Daniell, Leclanché e Alcalinas,tem de Níquel, Cádmio e Mercúrio.” (Paródia 6)
ELETRODO PADRÃO	“E o eletrodo padrão é o hidrogênio, que fica inertena platina.” (Paródia 6)
ESPONTANEIDADE DA ELETRÓLISE / ENERGIA ELÉTRICA CONVERTIDA EM ENERGIA QUÍMICA	“A eletrólise, ocorre por corrente elétrica, não éreação espontânea.” (Paródia 8)
	“...a eletrólise não é espontânea, pra funcionar vai precisar, de uma corrente elétrica.” (Paródia 4)
	“A eletrólise pode complicar, porque é o inverso damenina pilha.” (Paródia 8)
	“Na eletrólise o processo é inverso, a energia elétrica é transformada em química, com eletrodos inertes e passagens de corrente.” (Paródia 5)
	“Sei que na eletrólise vai acontecer, uma inversão.”(em relação a pilha) (Paródia 9)
	“Eletrólise, é exatamente o contrário da pilha,converte a energia elétrica em química.” (Paródia 6)
	“Além disso não é um processo espontâneo.”(Paródia 6)
	“Tem a ígnea e a aquosa aqui.”(Paródia 8)

TIPOS DE ELETRÓLISE	“Na aquosa vai dissociar, e na ígnea vai fundir.”(Paródia 4)
	“Tanto faz aquosa ou ígnea.”(Paródia 5)
	“Na eletrólise ígnea, o componente incendeia,dando início a uma separação química.” (Paródia 9)
	“Aquosa, com água, vai separando.”(Paródia 9)
	“Ígnea, é uma reação utilizada na indústria, e a passagem da corrente elétrica, é feita em uma substância fundida, iônica Liquefeita.” (Paródia 6)

	"Aquosa, tem os íons da substância dissolvida, a eletrólise do cloreto de sódio é um exemplo, produz-se soda, gás cloro e hidrogênio, só um cátion e um ânion participam." (Paródia 6)
APLICAÇÃO DA ELETRÓLISE	"A galvanoplastia vai revestir, Metais com outros para produzir, E outro uso da eletrólise, é a proteçãocontra a corrosão." (Paródia 5)
OXIDAÇÃO E REDUÇÃO	"Catodo ocorre redução, e no anodo, oxidação."(Paródia 8)
	"O que perder vai oxidar, e o que reduz é o queganha." (Paródia 4)
	"Oxidação, tem perda de elétrons e o Nox aumenta,na redução é o contrário, só tenta." (Paródia 6)
AGENTES OXIDANTE E REDUTOR	"Redução é ganho de elétrons... Logo é agenteoxidante." (Paródia 8)
	"POR e GRO gravado!"(Paródia 9)
	"O agente oxidante se reduz, o agente redutor seoxida." (Paródia 6)
SEMI REAÇÕES E A REAÇÃO GLOBAL DEOXIRREDUÇÃO	"Mas as semi-reações vamos somar, para a de oxirredução conseguir." (Paródia 4)
	"Sei que na pilha, vai acontecer, uma oxirredução."(Paródia 9)
	"Mas não se esqueça, temos a reação global, que éa oxirredução." (Paródia 6)
POTENCIAIS	"E no potencial um vai oxidar, e o outro vaireduzir." (Paródia 4)
NÚMERO DE OXIDAÇÃO (NOX) / RELAÇÃO DO NOX COM A OXIDAÇÃO EREDUÇÃO	"E pelo nox vou saber, a reação que vai acontecer." (Paródia 5)
	"Redução é ganho de elétrons. Logo é agente oxidante. Tem que calcular seu nox." (Paródia 8)
	"Pilha! Quando ocorre no anodo, tem aumento donox, pela oxidação. Pilha! Quando ocorre nocatodo, tem a diminuição do nox, pela redução." (Paródia 9)

CINÉTICA QUÍMICA	
TEORIA DAS COLISÕES	"Estudar o bate-bate, choque-choque e bate lá lá lá lá. E essas colisões não estão de brincadeira... E aquela teoria vai rolar." (Paródia 7)
	"- Colisão! - Fala teoria! - Pra acontecer no lugar certo tem que bater? - É claro que sim!" (Paródia 7)

CÁLCULO DA VELOCIDADE MÉDIA	"Nessa relação tem que ter concentração, com o tempo pra podermos calcular, negativo no reagentevai ficar." (Paródia 7)
FATORES QUE INFLUENCIAM AVELOCIDADE DAS REAÇÕES	"E os fatores que vão influenciar. Catalisadores? É! Temperatura? É! Inibidor? É! Pressão? Eu já falei que é! Concentração? É! Superfície de contato? É!"(Paródia 7)
LEI DA VELOCIDADE / ORDEM DA REAÇÃO	"Quanto maior o valor de K, mais rápida a reação!" (Paródia 7)
	"Lei da Velocidade, vai dizer, vai dizer, K vezes os reagentes... Elevados aos expoentes... Que juntos são a ordem da reação." (Paródia 7)
TERMOQUÍMICA	
VARIAÇÃO DA ENTALPIA	"Então me ajude a calcular, essa variação de energia, que vai absorver ou liberar, e quanto maioro delta H instabiliza você." (Paródia 10)
PROCESSOS ENDOTÉRMICO EEXOTÉRMICO	"Processo exotérmico, libera energia. Com esseprocesso, o calor sai de mim... E no endotérmico vaiter que fazer,vai absorver calor pra mim." (Paródia 10)

Fonte: Os Autores.

- Conteúdos facilmente relembrados

Em outubro/2018, em uma conversa informal com os alunos MEP e AV, na qual relataram que fizeram um vestibular para ingressarem no ensino superior em uma Instituição Federal, e em uma questão que foi abordado sobre eletroquímica, a paródia ajudou resolvê-la, pois alegaram que não conseguiram esquecer a paródia, e assim a mesma ajudou a relembrar os conceitos necessáriospara a resolução da questão, notando-se que após mais de seis meses de aplicação da pesquisa, as paródias continuaram sendo úteis e ajudaram os alunos.

- Realização de um Musical

O processo de elaboração e realização do musical foi muito satisfatório e gratificante. Dos 20 alunos da turma, 13 se disponibilizaram em participar. Compareceram aos ensaios no período deférias, com empenho, participação e bom humor. Um dos alunos assumiu a responsabilidade por fazer todos os vídeos que foram utilizados no dia do Musical com a letra das paródias para que todosos ouvintes pudessem acompanhar.

Vygotsky (1999), diz que a obra de arte é algo criativo podendo ser transformada em um produto cultural. A arte é responsável por resultar na alteração

do humor do sujeito e desenvolver suas potencialidades. Os resultados apresentados corroboram com essa afirmação.

No dia do Musical, obteve-se um público de 130 pessoas entre alunos e professores da Instituição, além de visitantes, na qual foi um momento de divulgação da Química através da arte. Segundo Neto (2015), o teatro é uma importante atividade para a divulgação científica no ambiente escolar, uma vez que promove tanto a diversão quanto a instrução.

4. CONCLUSÕES

Diante de um mundo globalizado, onde por exemplo, as redes sociais e afins tornam-se mais interessantes do que estudar Química, é um desafio para o professor chamar a atenção do aluno fazendo com que o processo de ensino e aprendizagem seja mais atrativo para ele. E assim, indagações plausíveis ao modelo de ensino tradicional vem sendo feitas, uma vez que o mesmo se caracteriza pela passividade do aluno que é um fator de desmotivação para o mesmo.

Neste contexto, considera-se que a partir dos resultados apresentados, o objetivo da pesquisa foi alcançado, na qual através da análise dos questionários, dos relatos dos alunos, das observações de sala de aula e das letras das paródias, os alunos demonstraram e declararam sentir-se mais motivados, podendo fixar melhor os conteúdos, elaborando assim paródias mais conceituais, ou seja, paródias que conceitos importantes foram apresentados.

Em conclusão, através da elaboração de paródias e a utilização de diferentes recursos didáticos, a criatividade, motivação, e consequentemente, o interesse, foram despertados nos alunos, contribuindo para uma melhor fixação dos conteúdos de Química. Por conseguinte, acredita-se que a pesquisa foi relevante uma vez que possui resultados satisfatórios e agregou de forma positiva aos estudantes.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. M. R; SCHNETZLER, R. P. (1995) Importância, sentido e contribuições de pesquisaspara o ensino de química. Química Nova na Escola, v. 1, p. 27-31.

BRASIL. Decreto n° 9.610 de 19 de fevereiro de 1998. Altera, atualiza e consolida a legislaçãosobre direitos autorais e dá outras providências. Brasília - DF.

COLINVAUX, D.; CARDOSO, S. P. (2000) Explorando a motivação para estudar química.Química Nova, v. 23, n. 3, p. 401-404.

COUTINHO, L. R.; HUSSEIN, F. R. G. S. (2013) A música como recurso didático no ensino dequímica. Encontro nacional de pesquisa em ensino de ciências, v. 9.

CUNHA, M. B. (2012) Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilizaçãoem Sala de Aula. Química Nova na Escola, v. 34, n. 2, p. 92-98.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. (2004) A natureza pedagógica da experimentação: umapesquisa na licenciatura em Química. Química Nova, v. 27, n. 2, p. 326-331.

GRANJA, C. E. S. C. (2006) Musicalizando a escola: música, conhecimento e educação. EscriturasEditora e Distribuidora de Livros Ltda.

CRESPO, L. C.; LESSA, M. D., MIRANDA, P. C. M. de L.; GIACOMINI, R. Ludoteca de química para o ensino médio [recurso eletrônico] -- Campos dos Goytacazes (RJ): Essentia Editora, 2011.

MENEZES, E. (2001) Por um outro lúdico na educação científica. Disponível em: < www.educabrasil.com.br/eb/exe/texto.asp?id=443> Acesso em: 12/09/2018.

NETO, J. C. S. (2015) A importância da divulgação científica no contexto da inclusão social. In:Proceedings of World Congress on Communication and Arts, p. 66-70.

OLIVEIRA, A. D.; ROCHA, D. C.; FRANCISCO, A. C. (2008) A ciência cantada: um meio de popularização da ciência e um recurso de aprendizagem no processo educacional. Seminário Nacional De Educação Profissional E Tecnológica, v. 1.

SAVIANI, D. (2012) Escola e Democracia. Autores Associados. Campinas.

SILVEIRA, M. P.; KIOURANIS, N. M. M. (2008) A música e o ensino de química. Química Novana Escola, n. 28, p. 28-31.

VASCONCELOS, T. C.; ROCHA, J. S. (2016) Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. VIII Eneq, Florianópolis, SC, v. 25.

VYGOTSKY, L. S. (1999) Psicologia da Arte. Ed. Martins Fontes, São Paulo.

Anexo

Anexo 1 – Jogo do Bingo das soluções

3,5 mol/L	4 mol	8 g/L
15 g	36 g	60 g

Figura 1 – Uma das cartelas do jogo
Fonte: CRESPO et al., 2011



Figura 2 – Marcadores de emborrachado
Fonte: CRESPO et al., 2011

O gás oxigênio (O_2) possui massa molar igual a 32 g. Quantos mols existem em 128 g de oxigênio? (Resposta: 4 mol)	A solução de hidróxido de cálcio [$Ca(OH)_2$] é utilizada na caiação de paredes. Qual é a concentração molar de 3,5 mol de $Ca(OH)_2$ em 1 L de água? (Resposta: 3,5 mol/L)
Dissolvendo 5 mol de NaCl (sal de cozinha) em 2 L de água, qual será a concentração molar? (Resposta: 2,5 mol/L)	Uma salmoura, mistura de água e sal de cozinha, contém 10% de cloreto de sódio (NaCl). Em 1000g dessa solução, qual a massa de sal você encontrará? (Resposta: 100 g)

Figura 3 – Algumas das perguntas para o sorteio
Fonte: CRESPO et al., 2011

Anexo 2 – Jogo da Trilha



Figura 4 – Tabuleiro do Jogo da Trilha
Fonte: Elaboração própria

CAPÍTULO 14

EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE CAL VIRGEM

Silva, Alexandro Gilberto
Faculdades Kennedy
E-mail: alexandroengenheirodeproducao@hotmail.com

Cabral, Sabrina Gomes
Faculdades Kennedy
E-mail: sabrinagcabral@hotmail.com

RESUMO: Diante da concorrência do mercado atual e da necessidade da máxima utilização dos recursos dentro da organização, os desperdícios são inadmissíveis para as empresas terem um bom resultado em suas operações. Esse trabalho, realizado na empresa Alfa localizada no estado de Minas Gerais, utiliza uma ferramenta de detecção dos desperdícios, o OEE (Overall Equipment Effectiveness). Este mecanismo evidencia os problemas e objetiva uma redução da variabilidade e aumento da eficácia da estabilidade dos processos, concentrando-se, sobretudo, no aumento da disponibilidade dos equipamentos e na melhoria do seu comportamento. Assim, consequentemente, há uma eliminação dos custos trazendo uma melhora no sistema de eficiência global do equipamento. A empresa estudada está na área de calcinação e o foco de estudo é um dos seus fornos verticais tipo Maerz. Todo o processo de calcinação realizado através do forno é estudado, e por meio do OEE os desperdícios são identificados. Com a avaliação dos resultados do diagnóstico os problemas são apontados e consequentemente o cálculo do desperdício das operações de transformação na linha produtiva.

PALAVRAS-CHAVE: Desperdício, eficiência produtiva, OEE, manufatura.

ABSTRACT: Before the current market competition and the need for maximum utilization of resources within the organization, waste are unacceptable for companies to have a good result in their operations. This work, was done in Alpha Company located in Minas Gerais State, uses a tool for detection of waste, OEE (Overall Equipment Effectiveness). This mechanism highlights the problems and objective reduction of variability and increase the effectiveness of process stability, focusing mainly on increasing the availability of equipment and the improvement of their behavior. So, consequently, there is an elimination of the costs of bringing an improvement in the overall efficiency of equipment. The studied Company is in the area of calcination and the focus of study is one of its kind Maerz vertical ovens. All the calcination process is carried through the oven studied, and by means of OEE waste are identified. With the evaluation of the results of diagnostic problems are pointed out and therefore the calculation of waste processing in the production line.

KEYWORDS: Waste, productive efficiency, OEE, manufacturing

1. INTRODUÇÃO

A secretaria de geologia, mineração e transformação mineral- SGM, afirma que as maiores reservas lavráveis de calcário se encontram em Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná. Juntos, esses estados detêm aproximadamente metade das reservas brasileiras.

Em 2007, a produção de cal virgem no Brasil foi de 7,4 milhões de toneladas (SILVA, 2009). A quantidade de calcário utilizada na fabricação de cal, em 2007, pode ser estimada em aproximadamente 14,8 milhões de toneladas, ou seja, pouco mais de 14 % da produção de calcário no Brasil.

Atualmente as indústrias de cal representam um importante papel no desenvolvimento das nações, não só pela multiplicidade de seus usos em uma economia moderna, mas também pelas suas características e pela rigidez locacional das jazidas, podendo assim levar emprego ao interior e muitas outras regiões fomentando a economia.

O universo da cal no Brasil tem a mesma vocação do que em países desenvolvidos, orientando-se para a criação de expressivos mercados nos setores da agricultura, construção civil, estabilização dos solos, siderurgia, álcalis, tratamento de água e esgoto, papel celulose, açúcar, metalurgia do alumínio, vidro, carbureto de cálcio precipitado, produtos alimentícios, couros, inseticidas, borracha, fertilizantes, tijolos, sílica cal, tintas, petroquímica e outras.

Há dois tipos de cales: A cal virgem, também conhecida como cal viva, e a cal hidratada. A cal virgem é o produto da calcinação de rochas carbonatadas (calcário) quando elevado a temperaturas próximas de 900 a 1.000 ºC. A cal hidratada é um produto da cal virgem. Ela é obtida a partir da cal virgem, através da adição de água, gerando hidróxido de cálcio e outros compostos. Nesse processo, uma tonelada de cal virgem resulta em 1,2 toneladas de cal hidratada (SILVA, 2009).

Para efeitos de cálculo da quantidade de calcário demandada para a produção de cal, somente a quantidade de cal virgem é considerada. Teoricamente, para cada tonelada de cal virgem, são necessárias 1,7 a 1,8 toneladas de calcário a ser calcinado, porém na prática, as indústrias produtoras de cal virgem observam uma relação de aproximadamente duas toneladas de calcário para cada tonelada de cal virgem produzida (SILVA, 2009).

A empresa estudada neste artigo se encontra em Minas Gerais na grande Belo Horizonte. Fundada em 1940 com a construção do primeiro forno vertical de produção contínua da América do Sul, possui hoje, três fornos verticais e um forno horizontal rotativo, totalizando uma capacidade produtiva de 1.700 toneladas/dia de cal virgem. A empresa estudada será denominada Alfa neste trabalho.

A partir de estudos realizados no chão de fábrica, este trabalho visa detectar oportunidades de melhoria em um dos fornos verticais do tipo Maerz da organização Alfa e nas transformações nas quais este processo assume. Após a detecção de fatores como queda de velocidade, pequenas paradas e *setups*, a implantação de ferramentas *Lean Manufacturing* passa a ser primordiais para identificação dessas perdas.

Também conhecida como manufatura enxuta a *Lean Manufaturing* utiliza um indicador de eficiência global de equipamentos. Esse indicador que possui a sigla OEE ‘*Overall Equipment Effectiveness’* como base metodológica a Manutenção Produtiva Total TPM, originadas no Japão.

Recorrer a uma metodologia de trabalho de manutenção é recorrer a um sistema de gestão de equipamentos que pretende maximizar a sua Eficiência Operacional Global, ao longo da vida útil do equipamento. Objetivando a melhoria do binômio homem-máquina, é necessário ajustar a funcionalidade humana e da máquina para obter a melhor eficiência possível.

Pode-se afirmar que uma máquina permite funcionalidade 24 horas por dia 365 dias no ano, assim os recursos disponíveis devem atender ao mesmo tempo com a mesma eficiência, a busca incessante por esta eficácia gera um aumento de disponibilidade, performance e qualidade, permitindo o alcance de uma maior competitividade.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Existem operações que agregam valor ao produto/serviço e as que não agregam (SANTOS; SANTOS, 2007). A Manutenção Produtiva Total (TPM - Total Productive Maintenance) é uma ferramenta que pode auxiliar na redução de reparos feitos em máquinas, muitas vezes realizados pelo próprio operador, por meio de manutenção autônoma aumentando a eficiência dos equipamentos. A TPM vai além de uma forma de se fazer manutenção, é uma filosofia gerencial, atuando de forma

organizacional, no comportamento das pessoas e na forma com que tratam os problemas diretamente ligados aos processos produtivos (CASTRO; ARAÚJO, 2010).

Segundo Santos; Santos (2007), dentro deste contexto o OEE - *Overal Equipment Effictiveness* pode ser considerado uma combinação de operação, manutenção e gerenciamento dos equipamentos e recursos de manufatura. Dados precisos de performance de equipamento são essenciais para o sucesso e continuidade das atividades ligadas a TPM. Se a extensão e as razões para as perdas de produção não forem totalmente compreendidas, então nenhuma ação relativa a TPM pode ser empregada de forma satisfatória (RAMOS, 2010). Conforme Nakajima (1988); Ericsson (1997) as perdas de produção, em conjunto com os custos indiretos e ocultos, constituem a maior parte do custo de produção total. O uso do OEE pode ser visto como uma tentativa de revelar os custos ocultos de produção (CASTRO; ARAUJO, 2010). Segundo Cardoso (2013) os objetivos da TPM estão relacionados com a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria prima, produtos etc.) e em termos humanos com o aprimoramento das capacitações dos profissionais envolvendo conhecimento, habilidades e atitudes o conhecido CHA. Outro objetivo é o de alcançar um nível excelente do rendimento operacional global.

O sistema enxuto de produção (Lean Manufacturing) emprega que a eficácia deve ser avaliada considerando tanto as perdas existentes nos equipamentos, quanto as perdas por gestão. Estas se caracterizam por perdas não associadas diretamente ao equipamento, porém, impedem que este permaneça em perfeita produção, performance e qualidade, índices essenciais para uma eficiência absoluta no sistema manufatureiro.

A melhor fábrica de produção enxuta no Japão, e a pior fábrica de produção em massa na América do Norte ou Europa teriam demonstrado suficientemente as diferenças entre a produção enxuta e em massa, a grande diferença de um gestor enxuto para um produtor comum, está caracterizado pelo forte impacto lucrativo do primeiro e as perdas incalculáveis do segundo (WOMACK; JONES, 2004).

2.1. TOTAL PROCUTCION MAINTENENCE (TPM)

A TPM se difundiu rapidamente nas organizações do mundo todo de acordo com (SOUSA, 2013). Essa difusão deve-se a garantia de redução / eliminação de desperdícios dentro de uma linha de manufatura.

A TPM influência no resultado da organização positivamente porque esse processo reduz as quebras nas operações, minimiza os tempos em que os equipamentos operam sem produzir ou restrição de produção, redução do número de pequenas paradas, diminuição dos defeitos nos produtos, elevação da produtividade e redução dos custos, redução de estoques e eliminação de acidentes (SOUSA, 2013).

2.2. CÁLCULO OEE

O OEE é uma medição que procura revelar os custos escondidos na empresa (CHIARADIA, 2004).

A identificação das perdas é a atividade mais importante no processo de cálculo do OEE.Logo a limitação da empresa em identificar suas perdas impede que se disponibilizem esforços no restabelecimento das condições originais dos equipamentos, garantindo alcançar a eficácia global, conforme estabelecido pelas metas da empresa quando o equipamento foi comprado.

2.2.1. DISPONIBILIDADE

$$\frac{\text{Tempo Real disponível} = \text{TRD}}{\text{Tempo de Carga} = \text{TC}}$$

Este índice leva em consideração o tempo em que a máquina está funcionando considerandoas paradas programadas como as de manutenção preventiva, almoço, treinamento, reunião, entre outros. Para isso ela considera as seguintes perdas:

- **Perdas de gestão** – aguardando programação, falta de operador, falta de ferramental, aguardando produto da operação anterior, etc;
- **Perdas por paradas não programadas -** manutenção, *setup*, aguardando laudo, falta de energia elétrica, etc.

2.2.2. PERFORMANCE

Este índice busca avaliar se a máquina está sendo utilizada em sua potencialidade máxima ou não. Ele pode ser calculado através da equação:

$$\frac{\text{Peças produzidas}}{\text{Tempo padrão (peças x hora) x TRD (H)}}$$

Sendo que:

Peças produzidas = quantidade ou volume de produção total.

Tempo padrão = quantidade de peças ou volume por hora.

TRD = tempo real disponível para operações em horas.

A diferença entre a performance teórica e real deve-se às perdas relacionadas às pequenasparadas e à queda de performance da máquina (Nakajima, 1989).

2.2.3. QUALIDADE

Este terceiro índice que compõe o OEE corresponde a seguinte questão: “A máquina está produzindo com as especificações certas?”. Este índice pode ser obtidoatravés da equação:

$$\frac{\text{Produção total - refugos - retrabalhos}}{\text{Produção total}}$$

OEE (%) = Disponibilidade X Performance X Qualidade.

Deste modo uma simplificação pode ser ilustrada abaixo conforme figura 1 a seguir.

Figura 1 – Apresentação de aproveitamento.

TEMPO DISPONIVEL TOTAL				
TEMPO DISPONIVEL PARA PRODUÇÃO				PLANEJADO
TEMPO REAL DE PRODUÇÃO			FALHAS	
TEMPO DESEJADO COM O CICLO IDEAL				
DESEMPENHO REAL		PERDA DE VELOCIDADE PEQUENAS PARADAS		
QUANT. DE PRODUTO TOTAL				
QUANT. DE PRODUTO OK	SUCATA RETRABALHO			

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3. SISTEMA LEAN MANUFACTURING

A verdadeira importância da indústria japonesa está no fato de não ter replicado o venerável enfoque da produção em massa norte americano (WOMACK; JONES e ROOS, 1992).

Segundo Santos; Santos (2007) o produtor enxuto combina as vantagens da produção artesanal e em massa, evitando os altos custos dessa primeira e a rigidez desta última. Com essa finalidade, emprega na produção enxuta: as equipes de

trabalhadores multe qualificados em todos os níveis da organização, além de máquinas altamente automatizadas, para produzir volumes de produtos de ampla variedade.

A produção, praticada dentro dos princípios da manufatura enxuta, assume características contrárias à produção em massa. Os volumes de estoques são reduzidos, o comprometimento do trabalhador no processo produtivo é maior, a multifuncionalidade é incentivada para dar suporte a novas responsabilidades assumidas pelos trabalhadores, possibilitando assim a redução dos lotes de fabricação, redução no lead time, isto é, redução no tempo a partir da colocação do pedido pelo cliente até o momento em que o produto esteja disponível para o cliente, além do incremento na qualidade dos produtos (SOUZA, 2013).

Qualquer indústria, seja ela, de pequeno, médio ou grande porte que pretenda ser competitiva nos dias de hoje, terá que investir em, programas de conhecimentos e Habilidades, métodos e tecnologias, buscando a diferenciação dos concorrentes. Atualmente, uma das mais popularesescolhas de investimento, é a produção Lean (SOUZA, 2013).

O surgimento da produção enxuta é originada no Japão, na empresa construtora automóvel Toyota, pelo engenheiro Taiichi Ohno, em 1940. O sistema de produção da Toyota, conhecido por, Toyota Production System (TPS) era baseado no desejo de produzir num processo de fluxo contínuo, em que não dependia de longos ciclos de produção para ser eficiente (WOMACK; JONES, 2004). Isto era exatamente o oposto, do que se fazia no mundo Ocidental, onde a produção em massa, inicialmente desenvolvida por Henry Ford, se baseava em torno do planeamento das necessidades de material e em sistemas informáticos complexos. (SOUZA, 2013).

Claramente, não há fim para o ciclo do futuro tornar se presente. Isto deveria ser o coração da administração no dia a dia em qualquer organização com um produto para vender, quer seja um bem material, um serviço ou alguma combinação constituindo um solução para os problemas dos clientes (ROTHER; SHOOK, 1998). E quando se remove as bases dos desperdícios durante um ciclo, se descobre mais desperdícios escondidos nos ciclos seguintes,podendo assim serem eliminados. A tarefa dos gestores enxutos e suas equipes é manter este círculo vicioso em constante funcionamento.

2.4. PRODUÇÃO DE CAL VIRGEM EM FORNOS VERTICAIS (MAERZ)

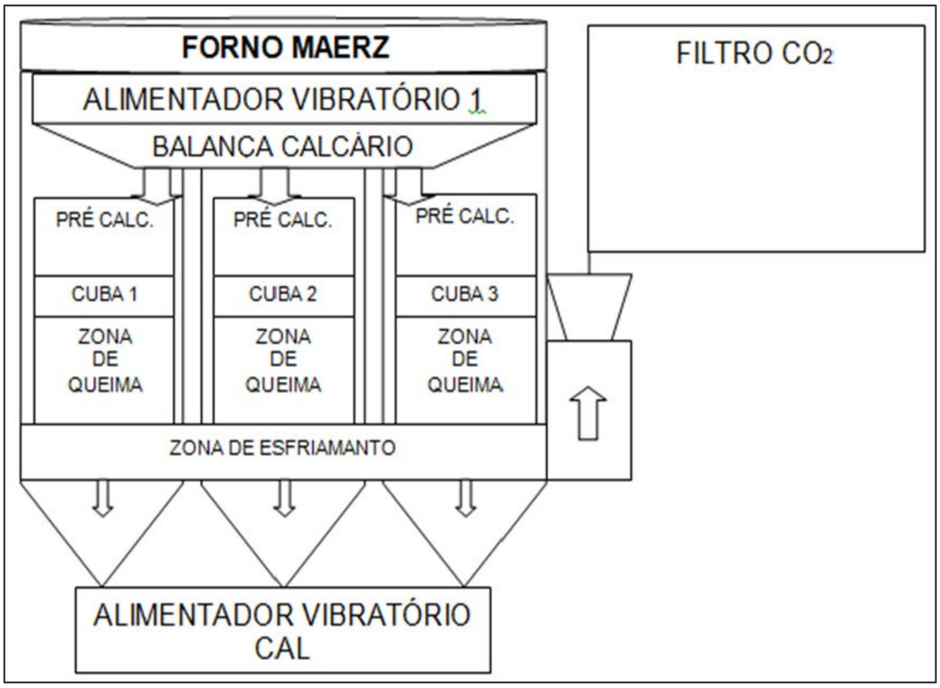
O forno estudado é de tecnologia suíça, tem fluxos paralelos que dão alta eficiência de consumo energético, comumente utilizados na Alemanha, EUA e França, grandes produtores de cal. Os fornos Maerz, cercados de um grande aparato para mitigar os impactos ambientais, é contrário dos fornos de barranco.

Em uma visão global, tem se que a produção de cal é muito simples, pois, consiste na queima dos insumos conforme figura 2, porém, a complexidade na qual os efeitos do processo proporciona, na flexibilidade de operações, equipamentos hidráulicos, eletromecânicos e mesmo às transformações de gênero mix de combustíveis, e mesmo de ordem quantitativa para estabilidade do forno é de extrema variação, inclusive a variação e fluxo de gases.

O processo químico é basicamente: $CaCO3$ + calor = CaO + $CO2$, onde CaO é a cal virgem obtida através da descarbonetação.

As temperaturas de calcinação variam como que para decompor o CaCO3 deve-se atingir aproximadamente 900 °C. A estrutura e a morfologia do calcinado sofrem modificações com aexposição ao calor – tão mais profundas quanto maior forem a temperatura e a duração do processo e isso pode diminuir a reatividade de alguns produtos calcinados.

Figura 2 – Fluxo de transformação da cal



Fonte: Elaborado pelo autor.

3. OBJETIVO

Encontrar oportunidades de ganhos produtivos na produção de cal virgem em fornos verticais através do OEE. Para tanto, identificar oportunidades de ganhos produtivos a partir de índicesde performance. Buscar excelência na qualidade do produto e das operações. Identificar falhasna disponibilidade dos equipamentos e do sistema fabril. Garantir a confiabilidade de informações gerenciais a partir de amostragens colhidas no coração da fabrica. Buscar oportunidades de identificar custos produtivos ocultos.

4. METODOLOGIA

Este artigo é resultado de um estudo de caso em uma empresa de calcinação denominada, neste trabalho de Empresa Alfa. Esta pesquisa teve o foco na eficiência da produção de cal virgem em um dos fornos verticais da Empresa Alfa, utilizando como ferramenta principal o OEE - *Overal Equipment Effictiveness* (Eficiência Global do Equipamento), que é proveniente da metodologia TPM – Manutenção Produtiva Total (Total ProductiveMaintenance), uma estratégia de gestão dos equipamentos concebida para alcançar uma eficiência máxima, com o envolvimento de todos operadores dentro do sistema.

5. ESTUDO DE CASO

Embora a planta estudada da Empresa Alfa consista de uma estrutura de três fornos verticais eum forno horizontal rotativo, foi pego, como processo piloto, um dos fornos verticais tipo Maerz. O estudo deste equipamento chave teve como foco à excelência operacional, para isto, uma cautelosa investigação na descoberta de oportunidades se prolongou por um período de 8meses. Buscar contínua e incessante perfeição nos processamentos, melhorar a eficácia na qualidade do produto, obter velocidade contínua, eliminar ao máximo os valores não agregados, produzir com máxima eficiência, manter performance absoluta em um melhor tempo disponível é o compromisso que a produção enxuta emprega, e o OEE é uma ferramenta essencial para tal desempenho no “coração da fábrica”.

5.1. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

O primeiro parâmetros avaliados nessa pesquisa foi a capacidade produtiva do forno vertical tipo Maerz, onde se obteve 346,73684 toneladas por dia, analisada na seguinte ordem:

Capacidade produtiva= (segundos por dia) / (tempo de ciclo mais reversão em segundos) * (capacidade de carga total por cuba * rendimento do processo), ou seja; CP = (1440*60) / (700+60) * (5000*61%) = 346,73684 ton./dia.

Tomando como parâmetro que se tem capacidade produtiva de 346,73684 ton./dia, pode se dizer que a cada 4,153006 minutos se produz 1ton. Ex: 1440 minutos/dia / 346,73684 ton/dia
* 1ton = 4,153006 minutos/ton.

Para todos os inputs deste estudo, admitiu-se que a ordem quantitativa dos valores tangíveis fosse em minutos, toneladas e reais. Logo para o índice de disponibilidade do equipamento e do processo as paradas são informadas em minutos. Para o índice de performance, toneladas e minutos. Já para o índice de qualidade surgiu um maior desafio, uma vez que, para o cálculo OEE é tomado como valor tangível refugos e retrabalhos, para um processo de calcinação o verdadeiro valor agregado esta no menor teor de CO_2 possível ao qual este output irá informar: O desafio é; Transformar teor de CO_2 em toneladas, para que as informações de calculo sejam conformes.

Foi um questionamento muito debatido por todos estudiosos pensadores ao longo do tempo nesta pesquisa, e tomando como forma de mensurar esta quantificação, definiu-se que, para cada teor de CO_2 acima do esperado, uma perda quantitativa em toneladas será refugada, mas isto não implica refugar a cal produzida, admite se informar um valor absoluto para o índice de qualidade, conforme demonstrativo a baixo, planilha 1 e planilha 2.

Planilha 1- Analise de transformação

CO2	QUALIDADE	
2,5	100 **%**	-33,25
3,5	90 %	0,075
4,25	80 %	33,4
5	70 %	66,725
5,75	60 %	100,05
0,5	50 %	133,375
7,25	40 %	166,7
8	30 %	200,025
8,25		233,35
9	20 %	266,675
10	10 %	300
ACIMA		300

Fonte: Os Autores.

2- Coleta, análise e resultado do laboratório interno.

Dia	Co:							
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
1				5,11			7,77	3,65
2				2,1	5,17	4,44	2,79	
3	4,64	6,23			2,12	4,78	3,63	
4		5,12				5,27	1,57	5,6
5		4,52				4,44		7
6	6,29	4,93	4,02		2,12	1,93		5,56
7	6,18	6,45	5,3	5,04	7,67		3,68	2,98
8	5,8			5,24	6,22		6,79	4,11
9	6,87			2,26	7,45	1,2	4,25	
10	5,93	5,8	12	6,51		4	4,33	
11		5,08	4,43	5,82		1,44	3,11	2,87
12		4,98	11,45		1,98	1,62		3,26
13	3,6	8,36	6,54		2,01	7,94		3,11
14	4,03	8,76	5,9	2,21	2,43		3,88	2,16
15	4,59			2,86	1,81		6,67	2,22
16	5,71			1,68	6,61	5,18	2,8	
17	5,1	4,93	14,08	2,47		1,62	2,69	
18		6,69	6,35	1,12		4,26	2,73	5,09
19		7,87	6,74		2,3			2,94
20	3,81	5,13	8,92		4	6,72		5,22
21	4,5	5,21	6,26		6,67		3,45	5,91
22	4,1				6,08		1,48	3,47
23	4,52				11,96	6,74	2,33	
24	6,76	3,5	5,87			4,23	1,7	
25		6,77	4,63			4,89	4,77	3,47
26		4,94	4,02		4,48	2,88		5,41
27	5,98	11,79	5,94		3,99	2,12		7,72
28	5,68	4,6	4,36	8,87	3,07		5,29	1,39
29	6,73			3,29	6,2		2,76	8,15
30	5,1			6,25	1,46	1,45	3,39	
31	4,75		7,57				3,42	

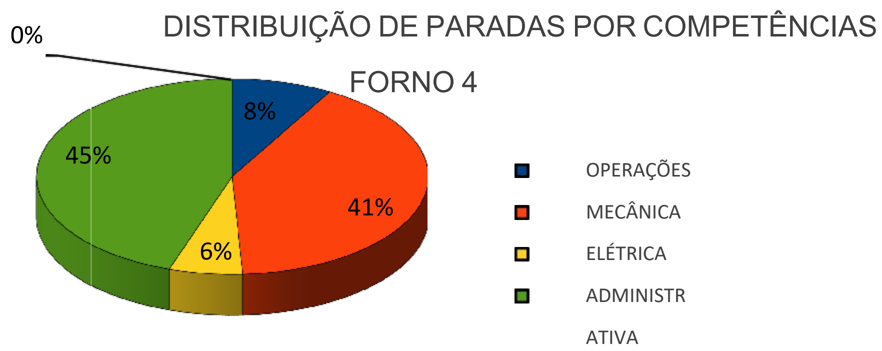
Fonte: Os Autores.

5.2. RESULTADOS

O índice de disponibilidade mostrou grande variabilidade, e as justificativas estão nos próprios gráficos de apresentação, conforme Gráfico 1 e Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 1- Coleta e análise de dados.

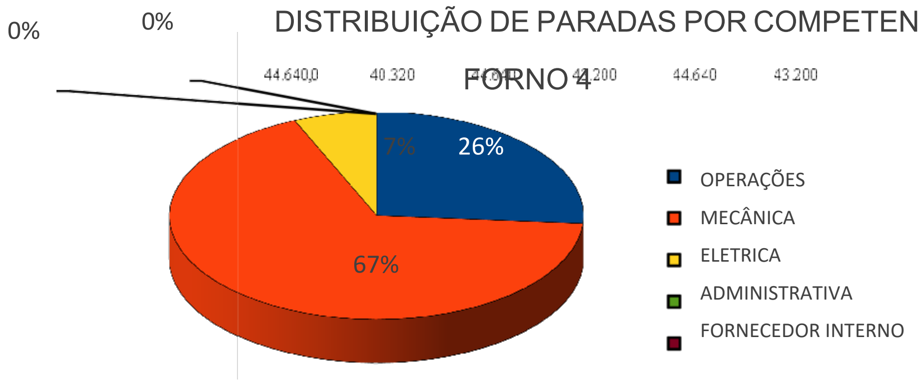
Tempo em minutos			Sistema	Justificativa
Paradas	Jan	Total	Indisponivel	A Autonomia dos silos não suportou a espera por vindas, havendo parada administrativa por 2.298 minutos. Já os problemas mecânicos durante todo o período sh mantiveram frequentes para um acumulo de 2.520 minutos.
Operações	46 **%**	5.624	12,6 %	
Mecânica	229 **%**			
Elétrica	34 **%**			
Administrativa	252 %			
Fornecedor Interno				



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 2- Coleta e análise de dados.

Tempo em minutos			Sistema	Justificativa
Paradas	Jan	Total	Indisponivel	Varios problemas mecânicos persistiram ao longo do período, como falta de ar comprimido, vazamento de óleo hidráulico, troca de yp's porém o maior agravante foi a revisão no filtro de mangas e o vazamento de óleo hidráulico na válvula direcional das cubas
Operações	278	1.061	2,6 %	
Mecânica	714			
Elétrica	69			
Administrativa	0			
Fornecedor Interno	0			



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim consecutivamente até o mês de Agosto, todas as representações gráficas de disponibilidade mostraram maiores perdas por mecânica e administração.

Um demonstrativo geral de eficiência é utilizado para interpretar que a disponibilidade da máquina é diferente da disponibilidade global. Esta inclui paradas programadas e não programadas. Diante dessa condição tem-se a Disponibilidade do sistema (disponibilidade) e Disponibilidade do equipamento (utilização), ou seja, existem momentos em que o equipamento esta pronto para utilização, porém, por haver falhas administrativas, não éutilizado, conforme Planilha 3 a baixo.

Plilha 3 - Coleta e analise de dados.

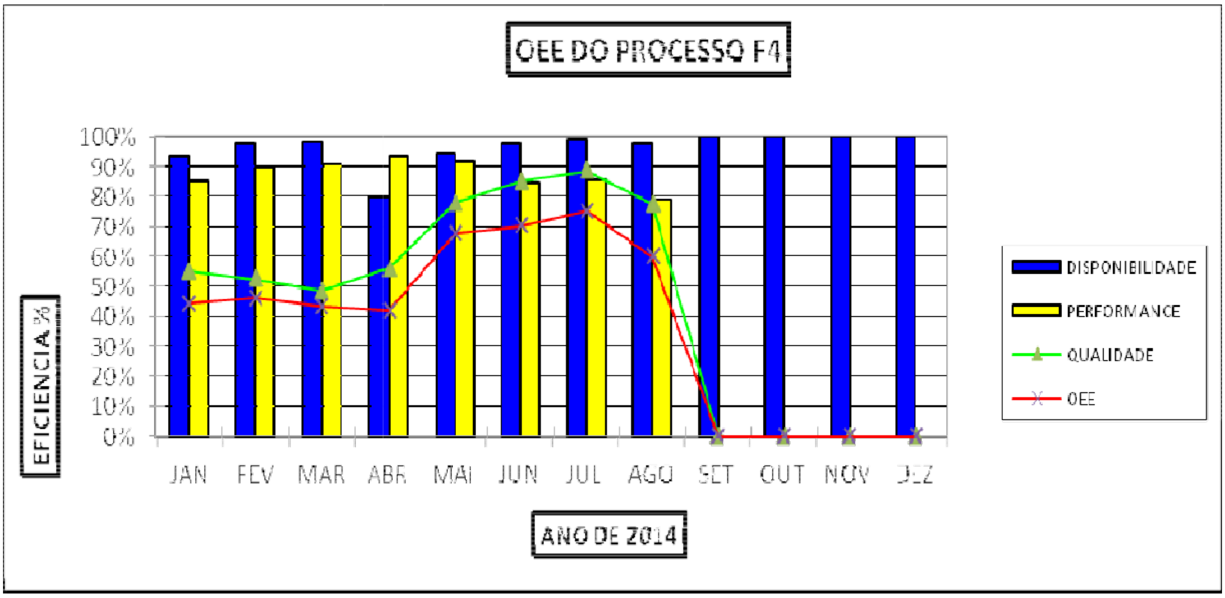
CAPACIDADE DO PROCESSO (min/ton)	**4,2**	**4,2**	**4,2**	**4,2**	**4,2**	**4,2**	**4,2**	**4,2**
346,73684 ton/dia	4,153005969	346.736,34	B5=tempo total em segundos por dia/tempo de ciclo*carga máxima por ciclo*rendimento					
MÊS	**JAN**	**FEV**	**MAR**	**ABR**	**MAI**	**JUN**	**JUL**	**AGO**
TEMPO DISPONÍVEL TOTAL (minutos)	44.640,0	40.320	44.640	43.200	44.640	43.200	44.640	44.640
JORNADA DE TRABALHO (minutos)							44.640	44.640
PARADAS PROGRAMADAS (minutos)	2.986,0	278,0	411,0	11.078,0	236,0	210,0	133,0	224,0
TEMPO DISPONÍVEL PARA O TRABALHO (minutos)	41.654,0	40.042	44.229	32.122	44.404	42.990	44.507	44.416
ÍNDICE DE [illegible]	**93,3%**	**99,3%**	**99,1%**	**74,4%**	**99,5%**	**99,5%**	**99,7%**	**99,5%**
PARADAS N-PROGRAMADAS (minutos)	2.638,0	783,0	694,0	6.414,0	2.378,0	1.014,0	285,0	979,0
TEMPO ÚTIL DE OPERAÇÃO (minutos)	39.016,0	39.259,0	43.535,0	25.708,0	42.026,0	41.976,0	44.222,0	43.437,0
ÍNDICE DE UTILIZAÇÃO	**94%**	**98%**	**98%**	**80%**	**95%**	**98%**	**99%**	**98%**
QTD REAL PRODUZIDA (unidades)	8.025,6	8.503,0	9.524,4	5.799,0	9.290,7	8.554,3	9.117,2	8.288,3
ÍNDICE DE [illegible]	**85%**	**90%**	**91%**	**94%**	**92%**	**85%**	**86%**	**79%**
QTD REFUGADA/RET (unidades)	3593,5	4034,7	4501,1	2547,3	2035,2	1268,7	1035,4	1368,5
ÍNDICE DE QUALIDADE	**55%**	**53%**	**49%**	**56%**	**78%**	**85%**	**89%**	**77%**
OEE PRODUÇÃO	**44%**	**46%**	**43%**	**42%**	**68%**	**70%**	**75%**	**60%**
OEE TOTAL	**41%**	**46%**	**43%**	**31%**	**67%**	**70%**	**75%**	**60%**
META OEE	**85%**	**85%**	**85%**	**85%**	**85%**	**85%**	**85%**	**85%**

Fonte: Elaborado pelo autor

Deste modo, a forma como é calculado o OEE, permite aos gestores, empenharem esforços nos maiores desperdícios, pois, fica explicito todas as oportunidades de melhorias.

A representação gráfica a seguir (grafico 3) tráz a eficiência de cada índice do calculo OEE. Avaliando o índice de performance percebe-se uma ineficiência bem permanente em todos os meses. Isto ocorreu devido a baixas cargas de calcario nas cubas, pois o forno foi reduzido devido a vazamento de gases por pressão de carga alta (refratários com entradas). Operíodo decampanha deste forno já está esgotado, porém produz com baixa performance. Além disso a sua produção foi reduzida ainda mais a partir de Junho, por motivo de “baixa demanda”.

Gráfico 3 - Coleta e análise de dados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O índice de qualidade apresenta uma ineficiência nos primeiros três meses, porém, tem resposta imediata no mês de Abril, onde a causa raiz foi detectada e corrigida. O fator críticoera imperfeições nas lanças de queima, quando todas elas foram trocadas. Assim a qualidade voltou a seguir parâmetros regulares de CO2, mas ainda há uma busca incessante da qualidade continua. Decorrente a troca de lanças justifica-se a indisponibilidade alta no mês de Abril.

Um OEE de 85 % deve ser buscado como meta ideal para os equipamentos. Empresas que obtiveram OEE superior a 85 % ganharam o **prêmio TPM Award**. Para se obter esse valor de OEE é necessário que seus índices sejam de: 90 % para disponibilidade * 95 % performace * 99 % qualidade (Nakajima,1989).

5.3. APLICAÇÃO DE VALOR FINANCEIRO

Esta etapa mostra-se e os custos ocultos do chão de fábrica. Percebe-se a importância da utilização eficaz do tempo dentro de uma indústria e como uma ordem administrativa pode influenciar nos resultados operacionais.

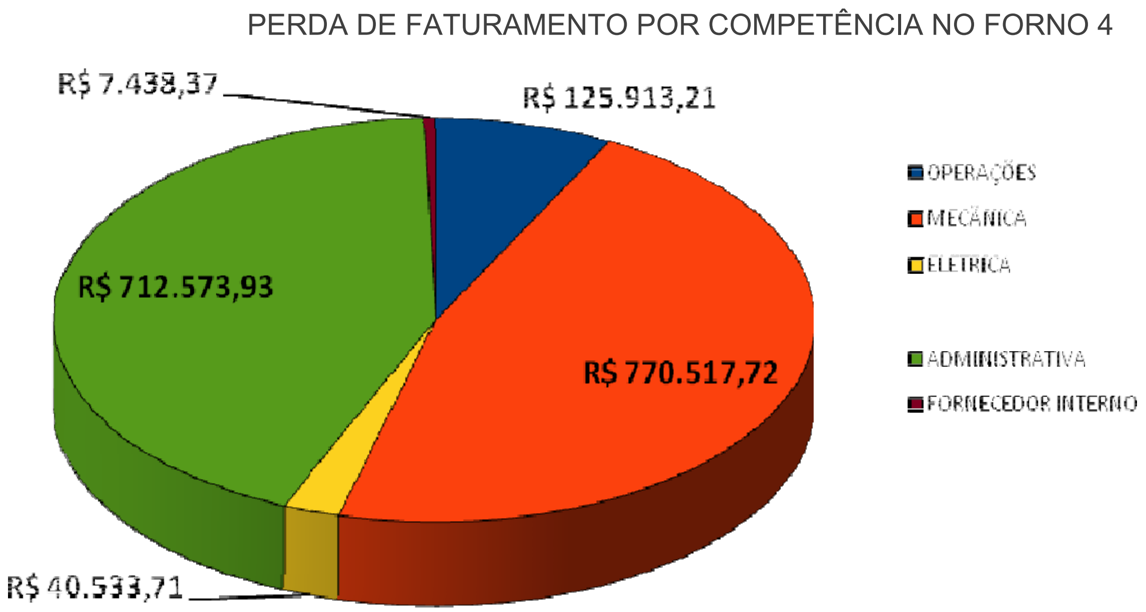
Cada tonelada de cal é R$223,69 reais. O tempo disponível é de 1440 minutos por dia. A cada 4,2 minutos o equipamento produz 1 tonelada. Então este equipamento é capaz de faturar paraa ordem econômica da empresa R$53,90 por minuto. No entanto, a perda no faturamento é de R$53,90 reais por minuto indisponível.

O gráfico 5 a seguir mostra claramente todas as perdas por indisponibilidade das competências manufatureiras.

PERDA.FINANCEIRA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	A
OPERAÇÕES	25.117,96	14.984,53	22.153,40	20.374,66	12.720,63	11.319,25	7.168,86	12.073,87	0,00	0,00	0,00	0,00	125.913,21
MECÂNICA	123.961,07	38.485,46	36.275,51	336.882,53	128.177,07	45.223,11	9.432,71	52.176,37	0,00	0,00	0,00	0,00	770.517,72
ELÉTRICA	18.326,41	3.719,18	1.131,93	3.018,47	0,00	7.815,67	5.929,13	552,91	0,00	0,00	0,00	0,00	40.533,71
ADMINISTRATIVA	135.831,04	0,00	0,00	576.742,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	712.573,93
FORNECEDOR INTERNO	0,00	0,00	0,00	5.821,33	0,00	1.617,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.438,37
TOTAL/MÊS	303.140,38	57.189,18	59.560,83	942.839,87	140.897,75	65.975,07	22.530,70	64.843,15	0,00	0,00	0,00	0,00	596.302,17
									PERDA.ACUMULADA NO ANO/2014				1.666.976,94

Fonte Elaborado pelo autor

Gráfico 5- Coleta e análise de dados



Fonte: Elaborado pelo autor

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Diante de todos os cálculos detectou-seu Um não faturamento de R$1.656.976,94 reais se acumulou de Janeiro a Agosto do ano de 2014. Estima-se que, só o forno estudado, deixará defaturar, cerca de 2,5 milhões de reais neste mesmo ano.

Estudos apontam para melhorias e agilidades nos setups operacionais que somam perdas médias de R$15.739,15 reais por mês.

Esta máquina esta apresentando perdas elétricas médias de R$5.066,71 reais/mês. Ocasionadas por paradas não programadas resultando ainda em manutenções corretivas de auto custo por necessidade de utilização imediata.

É de extrema importância que esforços sejam direcionados para o fluxo de saída dos produtos acabados, uma das maiores perdas encontradas nesta máquina em estudo. Esta perda administrativa somou R$712.573,93 reais nos primeiros oito meses deste ano de 2014, e se tratando de parada do equipamento por estoques cheios, uma gestão cautelosa para estas fazesdifíceis pode ser estrategicamente planejada.

A indisponibilidade por falhas mecânicas se apresentou com o maior desperdício neste setor fabril, e trouxe um não faturamento de R$770.517,72 reais.

Lembrando que o SISTEMA LEAN ataca os maiores desperdícios (melhores oportunidades), implica que todos os planos de melhoria devem ser imediatamente voltados para estas duas últimas oportunidades apresentadas (falhas mecânicas e administrativas). Pelo fato de se caracterizarem pela rigidez incessante da primeira e a não flexibilidade da segunda.

Desenvolver um fluxo enxuto de valor, expõe as fontes do desperdício em um processo produtivo. Acreditamos que todos, engenheiros e colaboradores, tem um papel fundamental na implementação do sistema de produção enxuta. Os principais benefícios após as mudanças no estado futuro é um aumento de competitividade e sustentabilidade da companhia, provocando um melhor ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

CASTRO. FABIANA PEREIRA.: ARAÚJO, FERNANDO OLIVEIRA. *Medição da Eficiência OperacionalAtravés do Indicador OEE (OVERALL EQUIPMENT EFECTIVENESS). Uma Proposta de Implementação no Seguimento de Bebidas. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro,2010.*

RAMOS, DIOGO DOS SANTOS. *TPM na Manutenção na Bosch Termotecnologia S.A.. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto Alegre, 2010.*

ROTHER, MIKE. SHOOK, JOHN. *Aprendendo a Enxergar. Meando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. São Paulo: The Lean Interprise Institute, 1998.*

SANTOS, ANA CAROLINA OLIVEIRA. SANTOS, MARCOS JOSÉ. *Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura. Um Estudo de Caso. Foz do Iguaçu: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.*

SILVA, JOSÉ OTÁVIO*. Projeto Estal. Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia. Minas Gerais: Ministério de Minas e Energia MME. J. Mendo consultoria, 2009.*

SOUSA, VAUDIR CARDOSO*. Organização e Gerência da Manutenção. Planejamento, programação econtrole de manutenção. São Paulo: All Print, 2013.*

SOUZA, NUNO JORGE PINTO*. Aplicação da Metodologia Lean no Serviço de Manutenção de uma EmpresaAlimentar. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica. Universidade Nova de Lisboa, 2013.*

WOMACK, JAMES. JONES, DANIEL*. A Máquina que Mudou o Mundo. Baseado no Estudo do Massachusetts Institute of Technology Sobre o Futuro do Automóvel. Rio de Janeiro: Campos, 2004.*

SOBRE O ORGANIZADOR

Edilson Antonio Catapan: Doutor e Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2005 e 2001), Especialista em Gestão de Concessionárias de Energia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (1997), Especialista em Engenharia Econômica pela Faculdade de Administração e Economia - FAE (1987) e Graduado em Administração pela Universidade Positivo (1984). Foi Executivo de Finanças por 33 anos (1980 a 2013) da Companhia Paranaense de Energia - COPEL/PR. Atuou como Coordenador do Curso de Administração da Faculdade da Indústria da Federação das Indústrias do Paraná - FIEP e Coordenador de Cursos de Pós-Graduação da FIEP. Foi Professor da UTFPR (CEFET/PR) de 1986 a 1998 e da PUCPR entre 1999 a 2008. Membro do Conselho Editorial da Revista Espaço e Energia, avaliador de Artigos do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP e do Congresso Nacional de Excelência em Gestão - CNEG. Também atua como Editor Chefe das seguintes Revistas Acadêmicas: Brazilian Journal of Development, Brazilian Applied Science Review e Brazilian Journal of Health Review.

Agência Brasileira ISBN
ISBN: 978-65-86230-52-9.